

APG35925USA7

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年12月26日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-375978

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-375978 ]

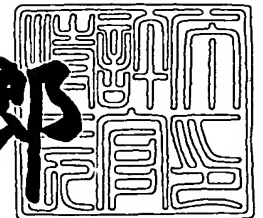
出 願 人  
Applicant(s):

株式会社東芝

2003年 6月24日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3049432

【書類名】 特許願

【整理番号】 APB01Z1431

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/266

【発明の名称】 半導体装置の製造方法及び半導体製造装置

【請求項の数】 16

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
横浜事業所内

    【氏名】 柴田 武

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
横浜事業所内

    【氏名】 須黒 恭一

【特許出願人】

    【識別番号】 000003078

    【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

    【識別番号】 100083161

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 外川 英明

    【電話番号】 (03)3457-2512

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 010261

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

23

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法及び半導体製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

薄膜部及び前記薄膜部を支持する支持部を有するステンシルマスクに粒子ビームを照射し、前記ステンシルマスクの前記薄膜部に形成された開口部を介して、被処理基板に前記粒子ビームを照射する半導体製造装置において、前記ステンシルマスクに照射される、前記粒子ビームの照射領域の端部が、前記ステンシルマスクの前記薄膜部上に存在しないよう、粒子ビームの照射領域を調整することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】

前記照射領域の調整は、照射される粒子ビームの一部を遮蔽するアパーチャーを介して、前記ステンシルマスクに粒子ビームを照射することによって行うことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】

前記照射領域の調整は、前記ステンシルマスクの前記薄膜部または前記支持部の位置を測定するマスク測定装置を用いて測定された情報を、粒子ビームを放射する粒子源、粒子ビームの放射領域の調整をするスキャナー及び照射される粒子ビームの一部を遮蔽するアパーチャーの少なくとも 1 つに、フィードバックすることによって行うことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】

前記ステンシルマスクは、前記薄膜部を支持する梁構造部をさらに有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 5】

前記粒子ビームの照射領域が、前記ステンシルマスクの前記支持部上に存在するよう、前記粒子ビームを照射することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 6】

前記粒子ビームの照射領域の端部が、前記ステンスルマスクの前記梁構造部または前記支持部上に存在するよう、前記粒子ビームを照射することを特徴とする請求項 4 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 7】

前記ステンスルマスクの前記薄膜部に照射される、前記粒子ビームの照射は、ほぼ均一に行われることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 8】

前記ステンスルマスクに対して対向して配置された半導体基板に、前記ステンスルマスクの前記薄膜部に形成された前記開口部を介して照射される、前記粒子ビームの照射量が、前記ステンスルマスクの前記薄膜部の表面方向に対して、前記ステンスルマスクの前記薄膜部の所定の深さにおいて、一定であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 9】

薄膜部及び前記薄膜部を支持する支持部を有するステンスルマスクに粒子ビームを照射し、前記ステンスルマスクの前記薄膜部に形成された開口部を介して、被処理基板に前記粒子ビームを照射する半導体製造装置において、前記ステンスルマスクに照射される、前記粒子ビームの照射領域の端部が、前記ステンスルマスクの前記薄膜部上に存在するよう、前記粒子ビームを照射し、前記粒子ビームの照射量が少ない領域に対して、粒子ビームの照射、熱処理、薬液処理のうち、少なくとも 1 つ以上の処理をさらに行うことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 10】

前記ステンスルマスクは、前記薄膜部の一部上に前記支持部が積層されることによって構成されており、前記被処理基板に対向する面の前記薄膜部には、位置合わせマークが形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 11】

前記位置合わせマークは、前記薄膜部に形成された溝、または開口部であるこ

とを特徴とする請求項 1 0 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 2】

前記アパーチャが、複数設けられていることを特徴とする請求項 2 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 3】

前記マスク測定装置は、レーザー変位計を含むことを特徴とする請求項 3 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 4】

前記マスク測定装置は、画像認識によって、前記ステンスルマスクの前記薄膜部または前記支持部の位置を測定する装置であることを特徴とする請求項 3 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 1 5】

薄膜部及び前記薄膜部を支持する支持部を有するステンスルマスクに、粒子源及びスキャナーから粒子ビームを照射し、前記ステンスルマスクの前記薄膜部に形成された開口部を介して、被処理基板に前記粒子ビームを照射する半導体製造装置において、

前記ステンスルマスクの前記薄膜部または前記支持部の位置を測定するマスク測定装置と、

前記マスク測定装置で測定された情報を演算する演算器とを具備し、

前記演算器を用いて、前記情報を前記粒子源及び前記スキャナーの少なくともいずれか一方にフィードバックすることによって、粒子ビームの照射領域を調整し、前記粒子ビームの照射を行うことを特徴とする半導体製造装置。

【請求項 1 6】

薄膜部及び前記薄膜部を支持する支持部を有するステンスルマスクに、粒子源及びスキャナーから粒子ビームを照射し、照射される粒子ビームの一部を遮蔽するアパーチャを介して、前記ステンスルマスクの前記薄膜部に形成された開口部に照射し、前記開口部を介して、被処理基板に前記粒子ビームを照射する半導体製造装置において、

前記ステンスルマスクの前記薄膜部または前記支持部の位置を測定するマスク測

定装置と、

前記マスク測定装置で測定された情報を演算する演算器とを具備し、

前記演算器を用いて、前記情報を前記粒子源、前記スキャナー及び前記アパーチャーの少なくともいずれか一つにフィードバックすることによって、粒子ビームの照射領域を調整し、前記粒子ビームの照射を行うことを特徴とする半導体製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、転写用マスクとして例えばステンシルマスクを用いた半導体装置の製造方法及び半導体製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体装置の製造工程において、所定のパターンを有するステンシルマスクを、被処理基板上に一定の距離を置いて設置し、ステンシルマスクのパターン開口部を通して、被処理基板に粒子ビーム（電子やイオンなどの荷電粒子ビーム、原子や分子、中性子などの中性粒子ビーム、光やX線などの電磁波ビーム）を照射する方法がある。

【0003】

例えば、図15に示すように、半導体製造工程におけるイオン注入工程にステンシルマスク120を用いる場合、被処理基板（図示しない）の所定のイオン注入領域上に開口部を有するステンシルマスク120を用いて行われる。すなわち、イオン注入領域には、ステンシルマスクのパターン開口部121が形成されており、パターン開口部121を通してイオンが注入され、非注入領域では、ステンシルマスクの遮蔽部（非開口部）によって、イオンが遮蔽される。ステンシルマスク120は、シリコン薄膜122からなる薄膜部123と、シリコン酸化膜124及びシリコン支持基板125からなる支持部126によって構成されている。ステンシルマスクのパターン開口部121は、イオンなどの粒子ビームの照射領域 $L_g$ 内に形成されている。（例えば、特許文献1）図16（a）乃至図1

6 (c) に、図 1 5 に示した半導体製造装置の平面図を示す。

【0 0 0 4】

また、図 1 7 に従来技術の半導体製造装置の概略図を示す。図 1 7 に示すように、粒子源 1 3 1 からイオンなどの荷電粒子ビームを放射し、スキャナー 1 3 2 を用いて、放射領域の調整を行う。続いてスキャナー 1 3 2 からコリメータ 1 3 3 に粒子ビームを入射し、ステンスルマスク 1 3 0 に粒子ビームを照射している。ステンスルマスクは、所定のパターンを有しており、被処理基板 1 3 4 上に一定の距離を置いて設置されている。ステンスルマスクのパターン開口部を通して粒子ビームを被処理基板 1 3 4 に照射し、被処理基板 1 3 4 に対して、所定の処理を行う。

【0 0 0 5】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 2 0 3 8 0 6 号公報 (図 3)

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】

ステンスルマスクを繰り返し使用すると、遮蔽する粒子ビームの衝突が繰り返され、ステンスルマスクに、組成変化や構造変化などのダメージが蓄積する。図 1 8 (a) に示すように、ステンスルマスクの薄膜部 1 2 3 は、ステンスルマスクのパターン開口部が形成されている領域よりも大きく形成されており、ステンスルマスクの薄膜部 1 2 3 において、粒子ビームが照射された領域と、非照射領域とが存在している。粒子ビームが照射されたステンスルマスクの薄膜部 1 2 3 における粒子ビームの照射領域  $L_g$  には、ダメージ 1 4 1 が蓄積する。ステンスルマスクの連続した薄膜部 1 2 3 において、ダメージが蓄積する領域と蓄積しない領域の境界領域に、大きなストレスがかかり、不連続な領域 1 4 2 となるため、図 1 8 (b) に示すように、ステンスルマスクが変形したり、さらに、図 1 8 (c) に示すように、ステンスルマスクが破損してしまうという問題があった。

【0 0 0 7】

また、粒子ビームが照射されている、薄膜部の一部の領域における粒子ビームの照射量が不均一な場合にも、ダメージが蓄積しやすい領域と蓄積しにくい領域



の境界領域にストレスがかかり、不連続な領域となるため、ステンシルマスクが変形したり、破損してしまうという問題があった。

【 0 0 0 8 】

なお、ステンシルマスクが変形すると、ステンシルマスクのパターン開口部の位置が変位し、被処理基板の所定の領域に、粒子ビームを照射することができない。その結果、製造した半導体装置の電気的特性がばらついたり、不良品が生じる。また、ステンシルマスクが破損すると、ステンシルマスクが使用不能となる。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記した問題点を解決するためになされたもので、半導体製造工程において用いるステンシルマスクの変形、破損などの劣化を抑止することが可能な半導体装置の製造方法及び半導体製造装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

上記した目的を達成するための本発明の半導体装置の製造方法の一形態は、薄膜部及び前記薄膜部を支持する支持部を有するステンシルマスクに粒子ビームを照射し、前記ステンシルマスクの前記薄膜部に形成された開口部を介して、被処理基板に前記粒子ビームを照射する半導体製造装置において、前記ステンシルマスクに照射される、前記粒子ビームの照射領域の端部が、前記ステンシルマスクの前記薄膜部上に存在しないよう、粒子ビームの照射領域を調整することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

また、上記した目的を達成するための本発明の半導体製造装置の一形態は、薄膜部及び前記薄膜部を支持する支持部を有するステンシルマスクに、粒子源及びスキャナーから粒子ビームを照射し、前記ステンシルマスクの前記薄膜部に形成された開口部を介して、被処理基板に前記粒子ビームを照射する半導体製造装置において、前記ステンシルマスクの前記薄膜部または前記支持部の位置を測定するマスク測定装置と、

前記マスク測定装置で測定された情報を演算する演算器とを具備し、前記演算器を用いて、前記情報を前記粒子源及び前記スキャナーの少なくともいずれか一方にフィードバックすることによって、粒子ビームの照射領域を調整し、前記粒子ビームの照射を行うことを特徴とする。

## 【 0 0 1 2 】

上記した本発明の形態によれば、半導体製造工程において用いるステンシルマスクの変形、破損などの劣化を抑止することができる。

## 【 0 0 1 3 】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

## （第 1 の実施の形態）梁構造部なし

図 1 乃至図 4 に本発明の第 1 の実施の形態に係る半導体製造装置を示す。半導体装置の製造工程において、所定のパターンを有するステンシルマスクを、被処理基板上に一定の距離を置いて設置し、ステンシルマスクのパターン開口部を通して、被処理基板に粒子ビーム（電子やイオンなどの荷電粒子ビーム、原子や分子、中性子などの中性粒子ビーム、光や X 線などの電磁波ビーム）を照射する。ここでは、粒子としてイオンなどの荷電粒子を用いた場合を例に説明するが、特にこれに限定されるものではない。

## 【 0 0 1 4 】

図 1 に示すように、半導体製造工程におけるイオン注入工程にステンシルマスク 10 を用いる場合、被処理基板（図示しない）の所定のイオン注入領域上に開口部を有するステンシルマスク 10 を用いて行われる。すなわち、イオン注入領域には、ステンシルマスクのパターン開口部を通してイオンが注入され、非注入領域では、ステンシルマスクの遮蔽部（非開口部）によって、イオンが遮蔽される。

## 【 0 0 1 5 】

ステンシルマスク 10 は、シリコン薄膜 11 からなる薄膜部 12 と、シリコン酸化膜 13 及びシリコン支持基板 14 からなる支持部 15 によって構成されている。支持部 15 には、支持基板開口部 16 が形成されている。シリコン薄膜 11

に形成されたステンスルマスクのパターン開口部 1 7 は、イオンなどの粒子ビームの照射領域  $L_1$  内に形成されており、粒子ビームが照射される領域と非照射領域の不連続な領域 1 8 は、薄膜部 1 2 上に形成されていない。支持部 1 5 下に形成されたシリコン薄膜 1 1 には、ステンスルマスク 1 0 を製造する際に用いる位置合わせマーク 1 9 が形成されている。図 2 に、図 1 に示した半導体製造装置の平面図を示す。

## 【 0 0 1 6 】

図 3 に、図 1 に示したステンスルマスクの製造方法の一例を示す。まず、図 3 (a) に示すように、厚さ  $500\mu\text{m} \sim 750\mu\text{m}$  程度のシリコン支持基板 2 1 上に、熱酸化法、または、CVD 法 (Chemical Vapor Deposition) によって、厚さ  $100\text{nm} \sim 1\mu\text{m}$  程度のシリコン酸化膜 2 2 を形成する。次いで、シリコン酸化膜 2 2 にシリコンウェハを張り合わせて研磨し、厚さ  $1 \sim 10\mu\text{m}$  程度のシリコン薄膜 2 3 を形成する。

## 【 0 0 1 7 】

次に、図 3 (b) に示すように、シリコン薄膜 2 3 上にレジストを塗布し、露光及び現像することによって、レジストパターン 2 4 を形成する。レジストパターン 2 4 は、レジストとシリコン酸化膜などの絶縁膜との積層膜によるパターンで構成されていてもかまわない。

## 【 0 0 1 8 】

次に、図 3 (c) に示すように、RIE (Reactive Ion Etching) によって、レジストパターン 2 4 をマスクとしてシリコン薄膜 2 3 をエッチングし、ステンスルマスクのパターン開口部 2 6 及び位置合わせマーク 2 7 を形成する。このとき、シリコン酸化膜 2 2 は、エッチングストッパーとして働く。

## 【 0 0 1 9 】

次に、図 3 (d) に示すように、レジストパターン 2 4 を除去し、裏返して、シリコン酸化膜 2 2 が形成されていないシリコン支持基板 2 1 上にレジストを塗布し、露光及び現像することによって、レジストパターン 2 8 を形成する。このとき、裏面のシリコン薄膜 2 3 に形成された位置合わせマーク 2 7 を位置合わせ

用のしるしとして用いる。

#### 【 0 0 2 0 】

次に、図 3 (e) に示すように、R I E などのドライエッチング、及び、K O H 等の薬液を用いたウェットエッチングを行い、シリコン支持基板 2 1 に支持基板開口部 2 9 を形成する。支持基板開口部 2 9 は、支持基板開口部 2 9 を形成する際のウェットエッチングの条件等に応じて、テーパ形状で形成されていてもかまわない。

#### 【 0 0 2 1 】

次に、図 3 (f) に示すように、シリコン酸化膜 2 2 及びレジストパターン 2 8 を除去する。

#### 【 0 0 2 2 】

このように形成されたステンシルマスクでは、表裏の位置合わせのマージンを考慮して形成される。例えば、支持基板開口部 2 9 を主に R I E によって形成する際には、パターン開口部 2 6 と支持基板開口部 2 9 の端部は、 $100\mu\text{m}$  程度以下の合わせ余裕をもって形成される。また、支持基板開口部 2 9 を主に K O H などの薬液によって形成する際には、パターン開口部 2 6 と支持基板開口部 2 9 の端部は、 $500\mu\text{m}$  程度以下の合わせ余裕をもって形成される。

#### 【 0 0 2 3 】

本実施の形態では、図 1 及び図 2 に示すように、シリコン薄膜 1 1 に形成されたステンシルマスクのパターン開口部 1 7 は、イオンなどの粒子ビームの照射領域  $L_1$  内に形成されており、粒子ビームが照射される領域と非照射領域の不連続な領域 1 8 は、薄膜部 1 2 上に形成されていない。つまり、ステンシルマスク 1 0 の薄膜部 1 2 の全領域に、粒子ビームの照射を行うよう設定している。ここで、粒子ビームが照射されているステンシルマスクの薄膜部における粒子ビームの照射量は、ほぼ均一である。また、粒子ビームの照射量が、ステンシルマスクの薄膜部の所定の深さにおいて、薄膜部の表面方向に対しても均一になるように、粒子ビームが照射されている。

#### 【 0 0 2 4 】

ステンシルマスク 1 0 の連続した薄膜部 1 2 に、ダメージが蓄積する領域と蓄

積しない領域の境界領域に大きなストレスがかかることによる不連続な領域 1 8 が存在していないため、ステンシルマスクの変形や破損などの劣化は生じない。粒子ビームの照射領域の端部は、支持部 1 5 上に形成されており、ダメージが蓄積する領域と蓄積しない領域の不連続な領域 1 8 が、比較的厚い支持部 1 5 上に存在しているため、この領域に大きなストレスがかかっても、ステンシルマスクの変形や破損などの劣化は生じない。したがって、半導体製造工程において用いるステンシルマスクの変形、破損などの劣化を抑止することができる。ここで、粒子ビームの照射領域の端部とは、照射量がゼロ、またはゼロではない領域の境界に限定されず、照射領域のしみ出しを考慮し、照射量の差によるストレスが、実質的に生じる、または生じない領域の境界を含む。

## 【 0 0 2 5 】

また、シリコン薄膜 1 1 に形成された位置合わせマーク 1 9 は、シリコン薄膜 1 1 にパターン開口部 1 7 を形成する際に、同時に形成しているため、精度のよい位置合わせマーク 1 9 を形成するとともに、工程の追加がなく、表裏の位置合わせを容易に行うことが可能となる。

## 【 0 0 2 6 】

ここで、図 3 に示したステンシルマスクの製造方法は一例であり、材料の寸法、薬液の種類、工程の順序等は、特に限定されない。また、表裏の位置合わせを行うために、シリコン薄膜に位置合わせマークを形成したが、形成しなくてもかまわない。位置合わせマークは、溝または開口部であり、シリコン薄膜にパターン開口部を形成する際に同時に形成したが、特に限定されず、パターン開口部を形成する前に形成しても、形成した後に形成してもかまわない。また、位置合わせマークの形状もクロス形状、ドット形状、ライン形状など特に限定されない。

## 【 0 0 2 7 】

また、支持基板開口部 1 6 がテーパー形状に形成されている場合は、ステンシルマスク 1 0 の薄膜部 1 2 の全領域に、照射量の均一な粒子ビームの照射を行い、図 4 に示すように、薄膜部 1 2 よりも厚い、テーパー形状のシリコン支持基板 1 4 上に、不連続な領域 1 8 が形成されるよう、設定してもかまわない。

(第 2 の実施の形態) 梁構造部あり、複数にまたがる形状あり

図 5 乃至図 9 に本発明の第 2 の実施の形態に係る半導体製造装置を示す。半導体装置の製造工程において、所定のパターンを有するステンシルマスクを、被処理基板上に一定の距離を置いて設置し、ステンシルマスクのパターン開口部を通して、被処理基板に粒子ビーム（電子やイオンなどの荷電粒子ビーム、原子や分子、中性子などの中性粒子ビーム、光や X 線などの電磁波ビーム）を照射する。ここでは、粒子としてイオンなどの荷電粒子を用いた場合を例に説明するが、特にこれに限定されるものではない。

## 【 0 0 2 8 】

図 5 に示すように、半導体製造工程におけるイオン注入工程にステンシルマスク 4 0 を用いる場合、被処理基板（図示しない）の所定のイオン注入領域上に開口部を有するステンシルマスク 4 0 を用いて行われる。すなわち、イオン注入領域には、ステンシルマスクのパターン開口部を通してイオンが注入され、非注入領域では、ステンシルマスクの遮蔽部（非開口部）によって、イオンが遮蔽される。

## 【 0 0 2 9 】

ステンシルマスク 4 0 は、シリコン薄膜 4 1 からなる薄膜部 4 2 と、シリコン酸化膜 4 3 及びシリコン支持基板 4 4 からなる支持部 4 5 によって構成されている。支持部 4 5 には、支持基板開口部 4 6 が形成されている。支持基板開口部 4 6 内に形成された一部のシリコン薄膜 4 1 上には、シリコン支持基板 4 4 からなる複数の梁構造部、ここでは、第 1 及び第 2 の梁構造部 4 5 a, 4 5 b が形成されている。このような梁構造部は、例えば、ステンシルマスクに形成されるパターンに応じて形成することができる。また、ステンシルマスクの強度を向上させることができる。シリコン薄膜 4 1 に形成されたステンシルマスクのパターン開口部 4 7 は第 1 及び第 2 の梁構造部 4 5 a, 4 5 b 間、または、梁構造部と支持部の間に形成されている。本実施の形態では、第 1 及び第 2 の梁構造部 4 5 a, 4 5 b 間のシリコン薄膜 4 1 は、イオンなどの粒子ビームの照射領域  $L_2$  内に形成されており、粒子ビームが照射される領域と非照射領域の不連続な領域 4 8 は、薄膜部 4 2 上に形成されていない。支持部 4 5 下に形成されたシリコン薄膜 4 1 には、ステンシルマスク 4 0 を製造する際に用いる位置合わせマーク 4 9 が形

成されている。図 6 (a) 及び図 6 (b) に、図 5 に示した半導体製造装置の平面図を示す。

### 【 0 0 3 0 】

第 1 及び第 2 の梁構造部 4 5 a, 4 5 b 間の、ステンシルマスク 4 0 の薄膜部 4 2 の幅、梁開口部 4 6 a を  $A_2$  とし、第 1 及び第 2 の梁構造部 4 5 a, 4 5 b の幅をそれぞれ  $B_2$ ,  $C_2$  とすると、イオンなどの粒子ビームの照射領域  $L_2$  は、 $A_2 < L_2 < (A_2 + B_2 + C_2)$  となる。ステンシルマスクの製造方法は、前記した第 1 の実施の形態において、図 3 を用いて示した工程とほぼ同じであるため、説明を省略する。

### 【 0 0 3 1 】

本実施の形態では、シリコン薄膜 4 1 に形成されたステンシルマスクのパターン開口部 4 7 は、梁構造部間、または、梁構造部と支持部の間に形成されている。第 1 及び第 2 の梁構造部 4 5 a, 4 5 b 間のシリコン薄膜 4 1 は、イオンなどの粒子ビームの照射領域  $L_2$  内に形成されており、粒子ビームが照射される領域と非照射領域の不連続な領域 4 8 は、薄膜部 4 2 上に形成されていない。つまり、ステンシルマスク 4 0 の薄膜部 4 2 の全領域に、粒子ビームの照射を行うよう設定している。ここで、粒子ビームが照射されているステンシルマスクの薄膜部における粒子ビームの照射量は、ほぼ均一である。また、粒子ビームの照射量が、ステンシルマスクの薄膜部の所定の深さにおいて、薄膜部の表面方向に対しても均一になるように、粒子ビームが照射されている。

### 【 0 0 3 2 】

ステンシルマスク 4 0 の連続した薄膜部 4 2 に、ダメージが蓄積する領域と蓄積しない領域の境界領域に大きなストレスがかかることによる不連続な領域 4 8 が存在していないため、ステンシルマスクの変形や破損などの劣化は生じない。粒子ビームの照射領域の端部は、第 1 及び第 2 の梁構造部 4 5 a, 4 5 b 上に形成されており、ダメージが蓄積する領域と蓄積しない領域の境界領域の不連続な領域 4 8 は、比較的厚い第 1 及び第 2 の梁構造部 4 5 a, 4 5 b 上に存在しているため、この領域大きなストレスがかかっても、ステンシルマスクの変形や破損などの劣化は生じない。第 1 及び第 2 の梁構造部 4 5 a, 4 5 b 間の、ステンシ

ルマスク 4 0 の薄膜部 4 2 は、粒子源等の半導体製造装置の設定に応じて、面積の調整を行うことができるため、比較的容易に、ステンシルマスク 4 0 の薄膜部 4 2 の領域に、均一に照射を行うことができる。したがって、半導体製造工程において用いるステンシルマスクの変形、破損などの劣化を抑止することができる。ここで、粒子ビームの照射領域の端部とは、照射量がゼロ、またはゼロではない領域の境界に限定されず、照射領域のしみ出しを考慮し、照射量の差によるストレスが、実質的に生じる、または生じない領域の境界を含む。

## 【 0 0 3 3 】

また、支持部 4 5 下のシリコン薄膜 4 1 に形成された位置合わせマーク 4 9 は、シリコン薄膜 4 1 にパターン開口部 4 7 を形成する際に、同時に形成することができ、同時に形成することによって、精度のよい位置合わせマーク 4 9 を形成するとともに、工程の追加がなく、表裏の位置合わせを容易に行うことが可能となる。

## 【 0 0 3 4 】

図 3 に示したステンシルマスクの製造方法は一例であり、材料の寸法、薬液の種類、工程の順序等は、特に限定されない。また、表裏の位置合わせを行うために、支持部 4 5 下に形成されたシリコン薄膜 4 1 に、位置合わせマーク 4 9 を形成したが、形成しなくてもかまわない。ただし、梁構造部を有するステンシルマスクでは、さらに高精度な表裏の位置合わせを行う必要があるため、位置合わせマークを形成することによって、高精度な表裏の位置合わせを容易に行うことができ、特に有効である。また、位置合わせマーク 4 9 は、溝または開口部であり、パターン開口部 4 7 を形成する前に形成しても、形成した後に形成してもかまわない。また、位置合わせマーク 4 9 の形状もクロス形状、ドット形状、ライン形状など特に限定されない。

## 【 0 0 3 5 】

また、梁開口部 4 6 a がテーパ形状に形成された場合は、ステンシルマスク 4 0 の薄膜部 4 2 の全領域に、照射量の均一な粒子ビームの照射を行い、図 7 に示すように、薄膜部 4 2 よりも厚い、テーパ形状のシリコン支持基板 4 4 上に、不連続な領域 4 8 が形成されるよう、設定してもかまわない。



## (第 2 の実施の形態の第 1 の変形例)

前記した第 2 の実施の形態では、梁構造部が 2 つ形成された場合について記載したが、特にこれに限定されない。第 1 の変形例では、図 8 に示すように、第 1 乃至第 4 の梁構造部を有する例について記載する。

## 【 0 0 3 6 】

ステンシルマスク 6 0 は、シリコン薄膜 6 1 からなる薄膜部 6 2 と、シリコン酸化膜 6 3 及びシリコン支持基板 6 4 からなる支持部 6 5 によって構成されている。支持部 6 5 には、支持基板開口部 6 6 が形成されている。支持基板開口部 6 6 内に形成された一部のシリコン薄膜 7 1 上には、シリコン支持基板 7 4 からなる複数の梁構造部、ここでは、第 1 乃至第 4 の梁構造部 6 5 a, 6 5 b, 6 5 c, 6 5 d が形成されている。このような梁構造部は、例えば、ステンシルマスクに形成されるパターンに応じて形成することができる。また、ステンシルマスクの強度を向上させることができる。シリコン薄膜 6 1 に形成されたステンシルマスクのパターン開口部 6 7 は、第 1 及び第 2 の梁構造部 6 5 a, 6 5 b 間、または、梁構造部と支持部の間に形成されている。本実施の形態では、第 2 乃至第 4 の梁構造部 6 5 b, 6 5 c, 6 5 d 間のシリコン薄膜 6 1 は、イオンなどの粒子ビームの照射領域  $L_3$  内に形成されており、粒子ビームが照射される領域と非照射領域の不連続な領域 6 8 は、薄膜部 6 2 上に形成されていない。つまり、第 2 及び第 4 の梁構造部 6 5 b, 6 5 c, 6 5 d 間の、ステンシルマスク 6 0 の薄膜部 6 2 の全領域に、粒子ビームの照射を行うよう設定している。支持部 6 5 下に形成されたシリコン薄膜 6 1 には、ステンシルマスク 6 0 を製造する際に用いる位置合わせマーク 6 9 が形成されている。

## 【 0 0 3 7 】

第 2 乃至第 4 の梁構造部 6 5 b, 6 5 c, 6 5 d の梁構造部間の、ステンシルマスク 6 0 の薄膜部 6 2 の幅、梁開口部 6 6 a をそれぞれ  $A_3$  とし、第 2 乃至第 4 の梁構造部 6 5 b, 6 5 c, 6 5 d の幅をそれぞれ  $B_3$ ,  $C_3$ ,  $D_3$  とすると、イオンなどの粒子ビームの照射領域  $L_3$  は、 $(2 A_3 + C_3) < L_3 < (2 A_3 + B_3 + C_3 + D_3)$  となる。ステンシルマスクの製造方法は、前記した第 1 の実施の形態において、図 3 を用いて示した工程とほぼ同じであるため、説明を省略する。

## 【 0 0 3 8 】

本実施の形態では、第 2 乃至第 4 の梁構造部 6 5 b, 6 5 c, 6 5 d の梁構造部間の、ステンシルマスク 6 0 の薄膜部 6 2 は、粒子源等の半導体製造装置の設定に応じて、面積を調整して製造することができるため、比較的容易に、ステンシルマスク 6 0 の薄膜部 6 2 の領域に、粒子ビームの照射を行うよう設定することができる。したがって、半導体製造工程において用いるステンシルマスクの変形、破損などの劣化を抑止することができる。

## 【 0 0 3 9 】

また、梁開口部 6 6 a がテーパ形状に形成された場合は、ステンシルマスク 6 0 の薄膜部 6 2 の全領域に、照射量の均一な粒子ビームの照射を行い、薄膜部 6 2 よりも厚い、テーパ形状のシリコン支持基板 6 4 上に、不連続な領域 6 8 が形成されるよう、設定してもかまわない（図示しない）。

## 【 0 0 4 0 】

本実施の形態では、支持基板開口部内に、2 つまたは 4 つの梁構造部を形成した例を記載したが、これに限定されず、 $n$ （1 または複数）の梁構造部を形成することができる。ダメージが蓄積する領域と蓄積しない領域の不連続な領域が、2 つの梁構造部上に存在する例を記載したがこれに限定されず、図 9 に示すように、一方が支持部上に存在するように形成されていてもかまわない。また、粒子ビームの照射領域  $L_n$  の内側に形成される梁構造部は、0 または 1 つである例を記載したがこれに限定されない。

## （第 3 の実施の形態）アパーチャーあり

図 1 0 乃至図 1 2 に本発明の第 3 の実施の形態に係る半導体装置を示す。半導体装置の製造工程において、所定のパターンを有するステンシルマスクを被処理基板上に一定の距離を置いて設置し、ステンシルマスクのパターン開口部を通して粒子（電子やイオンなどの荷電粒子、原子や分子、中性子などの中性粒子、光や X 線などの電磁波）を被処理基板に照射する。ここでは、粒子としてイオンなどの荷電粒子を用いた場合を例に説明するが、特にこれに限定されるものではない。

## 【 0 0 4 1 】

図 1 0 に示すように、半導体製造工程におけるイオン注入工程にステンスルマスク 8 0 を用いる場合、被処理基板（図示しない）の所定のイオン注入領域上に開口部を有するステンスルマスク 8 0 を用いて行われる。すなわち、イオン注入領域には、ステンスルマスクのパターン開口部を通してイオンが注入され、非注入領域では、ステンスルマスクの遮蔽部（非開口部）によって、イオンが遮蔽される。

## 【 0 0 4 2 】

ステンスルマスク 8 0 は、シリコン薄膜 8 1 からなる薄膜部 8 2 と、シリコン酸化膜 8 3 及びシリコン支持基板 8 4 からなる支持部 8 5 によって構成されている。支持部 8 5 には、支持基板開口部 8 6 が形成されている。支持基板開口部 8 6 内に形成された一部のシリコン薄膜 8 1 上には、シリコン支持基板 8 4 からなる複数の梁構造部、ここでは、第 1 及び第 2 の梁構造部 8 5 a, 8 5 b が形成されている。このような梁構造部は、例えば、ステンスルマスクに形成されるパターンに応じて形成することができる。また、ステンスルマスクの強度を向上させることができる。シリコン薄膜 8 1 に形成されたステンスルマスクのパターン開口部 8 7 は、第 1 及び第 2 の梁構造部 8 5 a, 8 5 b 間、または、梁構造部と支持部の間に形成されている。本実施の形態では、第 1 及び第 2 の梁構造部 8 5 a, 8 5 b 間のシリコン薄膜 8 1 が、イオンなどの粒子ビームの照射領域  $L_4$  内に形成されるよう、ステンスルマスク 8 0 上にシリコンなどで形成されたアパーチャ 5 0 を設置し、粒子ビームが照射される領域と非照射領域の不連続な領域 8 は、薄膜部 8 2 上に形成されていない。支持部 8 5 下に形成されたシリコン薄膜 8 1 には、ステンスルマスク 8 0 を製造する際に用いる位置合わせマーク 8 9 が形成されている。

## 【 0 0 4 3 】

第 1 及び第 2 の梁構造部 8 5 a, 8 5 b 間の、ステンスルマスク 8 0 の薄膜部 8 2 の幅、梁開口部 8 6 a を  $A_4$  とし、第 1 及び第 2 の梁構造部 8 5 a, 8 5 b の幅をそれぞれ  $B_4$ ,  $C_4$  とすると、イオンなどの粒子ビームの照射領域  $L_4$  は、 $A_4 < L_4 < (A_4 + B_4 + C_4)$  となる。ステンスルマスクの製造方法は、前記し

た第 1 の実施の形態において、図 3 を用いて示した工程とほぼ同じであるため、説明を省略する。

#### 【 0 0 4 4 】

本実施の形態では、シリコン薄膜 8 1 に形成されたステンシルマスクのパターン開口部 8 7 は、梁構造部間、または、梁構造部と支持部の間に形成されている。ステンシルマスク 8 0 上にシリコンなどで形成されたアパーチャー 5 0 を設置し、第 1 及び第 2 の梁構造部 8 5 a, 8 5 b 間のシリコン薄膜 8 1 が、イオンなどの粒子ビームの照射領域  $L_4$  内に形成されるよう、粒子ビームの照射領域  $L_4$  を制限している。粒子ビームが照射される領域と非照射領域の不連続な領域 8 8 は、薄膜部 8 2 上に形成されていない。つまり、第 1 及び第 2 の梁構造部 8 5 a, 8 5 b 間の、ステンシルマスク 8 0 の薄膜部 8 2 の全領域に、粒子ビームの照射を行うよう設定している。ここで、粒子ビームが照射されているステンシルマスクの薄膜部における粒子ビームの照射量は、ほぼ均一である。また、粒子ビームの照射量が、ステンシルマスクの薄膜部の所定の深さにおいて、薄膜部の表面方向に対しても均一になるように、粒子ビームが照射されている。

#### 【 0 0 4 5 】

ステンシルマスク 8 0 の連続した薄膜部 8 2 に、ダメージが蓄積する領域と蓄積しない領域の境界領域に大きなストレスがかかることによる不連続な領域 8 8 が存在していないため、ステンシルマスクの変形や破損などの劣化は生じない。粒子ビームの端部は、梁構造部上に形成されており、ダメージが蓄積する領域と蓄積しない領域の不連続な領域 8 8 が、比較的厚い梁構造部上に存在しているため、この領域に大きなストレスがかかっても、ステンシルマスクの変形や破損などの劣化は生じない。

#### 【 0 0 4 6 】

また、粒子ビームの照射領域  $L_4$  は、半導体製造装置の仕様や設定にかかわらずアパーチャーを設置することによって、容易に制限することができる。第 1 及び第 2 の梁構造部 8 5 a, 8 5 b 間の、ステンシルマスク 8 0 の薄膜部 8 2 は、粒子源等の半導体製造装置の設定に応じて、面積の調整を行うとともに、アパーチャーを用いて粒子ビームの照射領域  $L_4$  を調整することができるため、さらに

容易に、ステンシルマスク 8 0 の薄膜部 8 2 の領域に、均一に照射を行うことができる。したがって、半導体製造工程において用いるステンシルマスクの変形、破損などの劣化を抑止することができる。ここで、粒子ビームの照射領域の端部とは、照射量がゼロ、またはゼロではない領域の境界に限定されず、照射領域のしみ出しを考慮し、照射量の差によるストレスが、実質的に生じる、または生じない領域の境界を含む。

## 【 0 0 4 7 】

また、支持部 8 5 下のシリコン薄膜 8 1 に形成された位置合わせマーク 8 9 は、シリコン薄膜 8 1 にパターン開口部 8 7 を形成する際に、同時に形成することができ、同時に形成することによって、精度のよい位置合わせマーク 8 9 を形成するとともに、工程の追加がなく、表裏の位置合わせを容易に行うことが可能となる。

## 【 0 0 4 8 】

図 3 に示したステンシルマスクの製造方法は一例であり、材料の寸法、薬液の種類、工程の順序等は、特に限定されない。また、表裏の位置合わせを行うために、支持部 8 5 下に形成されたシリコン薄膜 8 1 に、位置合わせマーク 8 9 を形成したが、形成しなくてもかまわない。ただし、梁構造部を有するステンシルマスクでは、さらに高精度な表裏の位置合わせを行う必要があるため、位置合わせマークを形成することによって、高精度な表裏の位置合わせを容易に行うことができ、特に有効である。また、位置合わせマーク 8 9 は、溝または開口部であり、パターン開口部 8 7 を形成する前に形成しても、形成した後に形成してもかまわない。また、位置合わせマーク 8 9 の形状もクロス形状、ドット形状、ライン形状など特に限定されない。

## 【 0 0 4 9 】

また、梁開口部 8 6 a がテーパ形状に形成された場合は、ステンシルマスク 8 0 の薄膜部 8 2 の全領域に、照射量の均一な粒子ビームの照射を行い、薄膜部 8 2 よりも厚い、テーパ形状のシリコン支持基板 8 4 上に、不連続な領域 8 8 が形成されるよう、設定してもかまわない（図示しない）。

## 【 0 0 5 0 】

また、本実施の形態は、図 1 1 に示すように、前記した第 2 の実施の形態の第 1 の変形例で記載した図 8 に適用することも可能である。

#### 【0051】

すなわち、図 1 1 に示すように、シリコン薄膜 9 1 に形成されたステンシルマスクのパターン開口部 9 7 は、梁構造部間、または、梁構造部と支持部の間に形成されている。ステンシルマスク 9 0 上にシリコンなどで形成されたアパーチャー 5 0 を設置し、第 2 乃至第 4 の梁構造部 9 5 b, 9 5 c, 9 5 d 間のシリコン薄膜 9 1 が、イオンなどの粒子ビームの照射領域  $L_5$  内に形成されるよう、粒子ビームの照射領域  $L_5$  を制限している。粒子ビームが照射される領域と非照射領域の不連続な領域 9 8 は、薄膜部 9 2 上に形成されていない。つまり、第 2 乃至第 4 の梁構造部 9 5 b, 9 5 c, 9 5 d の梁構造部間の、ステンシルマスク 9 0 の薄膜部 9 2 の全領域に、粒子ビームの照射を行うよう設定している。

#### 【0052】

また、粒子ビームの照射領域  $L_5$  は、半導体製造装置の仕様や設定にかかわらずアパーチャーを設置することによって、容易に制限することができる。第 2 乃至第 4 の梁構造部 9 5 b, 9 5 c, 9 5 d の梁構造部間の、ステンシルマスク 9 0 の薄膜部 9 2 は、粒子源等の半導体製造装置の設定に応じて、面積の調整を行うとともに、アパーチャーを用いて粒子ビームの照射領域  $L_5$  を調整することができるため、さらに容易に、ステンシルマスク 9 0 の薄膜部 9 2 の領域に、均一に照射を行うことができる。したがって、半導体製造工程において用いるステンシルマスクの変形、破損などの劣化を抑止することができる。また、梁開口部 9 6 a がテーパ形状に形成された場合（図示しない）は、不連続な領域がテーパ形状のシリコン支持基板上に形成されていてもかまわない。

#### 【0053】

さらに、本実施の形態は、図 1 2 に示すように、本実施の形態で記載した図 1 0 にアパーチャーを複数枚（ここでは、2 枚）設置して所望の照射領域を形成する方法を適用することも可能である。

#### 【0054】

すなわち、図 1 2 示すように、シリコン薄膜 1 0 1 に形成されたステンシルマ

スクのパターン開口部 1 0 7 は、梁構造部間、または、梁構造部と支持部の間に形成されている。ステンシルマスク 1 0 0 上にシリコンなどで形成されたアパーチャー 5 0 を 2 枚設置し、第 1 及び第 2 の梁構造部 1 0 5 a, 1 0 5 b 間のシリコン薄膜部 1 0 2 が、イオンなどの粒子ビームの照射領域  $L_6$  内に形成されるよう、粒子ビームの照射領域  $L_6$  を制限している。粒子ビームが照射される領域と非照射領域の不連続な領域 1 0 8 は、薄膜部 1 0 2 上に形成されていない。つまり、第 1 及び第 2 の梁構造部 1 0 5 a, 1 0 5 b 間の、ステンシルマスク 1 0 0 の薄膜部 1 0 2 の全領域に、粒子ビームの照射を行うよう設定している。

## 【 0 0 5 5 】

また、粒子ビームの照射領域  $L_6$  は、半導体製造装置の仕様や設定にかかわらずアパーチャーを設置することによって、容易に制限することができる。第 1 及び第 2 の梁構造部 1 0 5 a, 1 0 5 b 間の、ステンシルマスク 1 0 0 の薄膜部 1 0 2 は、粒子源等の半導体製造装置の設定に応じて、面積の調整を行うとともに、アパーチャーを複数枚用いて粒子ビームの照射領域  $L_6$  を可変とすることが容易にでき、ステンシルマスクの形状に応じて、粒子ビームの照射領域  $L_6$  の調整を行うことができるため、さらに容易に、ステンシルマスク 1 0 0 の薄膜部 1 0 2 の領域に、均一に照射を行うことができる。

## 【 0 0 5 6 】

したがって、半導体製造工程において用いるステンシルマスクの変形、破損などの劣化を抑止することができる。また、梁開口部 1 0 6 a がテーパ形状に形成された場合（図示しない）は、不連続な領域 1 0 8 がテーパ形状のシリコン支持基板 1 0 4 上に形成されていてもかまわない。

## 【 0 0 5 7 】

さらに、本実施の形態は、本実施の形態で記載した図 1 1 にアパーチャーを複数枚（ここでは、2 枚）設置して所望の照射領域を形成する方法を適用することも可能である（図示しない）。

## 【 0 0 5 8 】

以上、本実施の形態では、支持基板開口部内に、2 つまたは 4 つの梁構造部を形成した例を記載したが、これに限定されず、 $n$ （1 または複数）の梁構造部を

形成することができる。ダメージが蓄積する領域と蓄積しない領域の不連続な領域が、2つの梁構造部上に存在する例を記載したがこれに限定されず、一方が支持部上に存在するように形成されていてもかまわない（図示しない）。また、粒子ビームの照射領域 $L_n$ の内側に形成される梁構造部は、0または1つである例を記載したがこれに限定されない。

#### （第4の実施の形態）

図13に本発明の第4の実施の形態に係る半導体製造装置を示す。半導体装置の製造工程において、所定のパターンを有するステンシルマスクを、被処理基板上に一定の距離を置いて設置し、ステンシルマスクのパターン開口部を通して、被処理基板に粒子ビーム（電子やイオンなどの荷電粒子ビーム、原子や分子、中性子などの中性粒子ビーム、光やX線などの電磁波ビーム）を照射する。ここでは、粒子としてイオンなどの荷電粒子を用いた場合を例に説明するが、特にこれに限定されるものではない。

#### 【0059】

本実施の形態では、粒子源から粒子ビームを放射し、例えば、スキャナーによって照射領域を調整し、コリメータからステンシルマスクに粒子ビームを照射する半導体製造装置に付帯して、ステンシルマスクの厚さ等のマスクの形状を測定する（または判定する）マスク測定装置を設置している。

#### 【0060】

図13に示すように、粒子源111から粒子としてイオンなどの荷電粒子を放射し、例えば、スキャナー112を用いて、放射領域の調整を行っている。ここでは、静電スキャン方式によるスキャナーを用いて、スキャン領域を調整している。なお、粒子源から放射される粒子が光である場合は、光学レンズ、アパーチャー等を用いて、放射領域の調整を行う。

#### 【0061】

また、ステンシルマスクの厚さ等のマスクの形状を測定する（または判定する）ために、マスク測定装置113が設置されており、マスク測定装置113では、ステージ上に移動したステンシルマスクの厚さをレーザー変位計等によって測定し、ステンシルマスクの薄膜部が形成されている領域、または、厚膜部である



支持部や梁構造部が形成されている領域を調べる。ステンシルマスクの薄膜部が形成されている領域などの形状に関する情報は、演算器 1 1 4 を通じて粒子源 1 1 1 及びスキャナ 1 1 2 にフィードバックされ、ステンシルマスクの形状に応じて、ステンシルマスクに照射される照射領域の調整を行う。続いて、スキャナ 1 1 2 からコリメータ 1 1 5 に粒子ビームを入射し、ステンシルマスク 1 1 0 に粒子ビームを照射している。ステンシルマスクは、所定のパターンを有しており、被処理基板 1 1 6 上に一定の距離を置いて設置されている。ステンシルマスクのパターン開口部を通して粒子ビームを被処理基板 1 1 6 に照射し、被処理基板 1 1 6 に対して、所定の処理を行う。

## 【 0 0 6 2 】

粒子ビームの照射領域の調整では、粒子ビームが照射される領域と非照射領域の不連続な領域が、ステンシルマスクの支持部または梁構造部上に形成されるよう調整する。このように調整することによって、支持部間、または梁構造部間、または支持部と梁構造部間の、ステンシルマスクの薄膜部の全領域に粒子ビームの照射を行うことができるため、ステンシルマスクの連続した薄膜部に、ダメージが蓄積する領域と蓄積しない領域の不連続な領域が存在せず、粒子の照射領域の端部が、比較的厚い支持部または梁構造部上に存在しているため、大きなストレスがかかっても、ステンシルマスクの変形や破損などの劣化は生じない。したがって、半導体製造工程において用いるステンシルマスクの変形、破損などの劣化を抑止することができる。ここで、粒子ビームの照射領域の端部とは、照射量がゼロ、またはゼロではない領域の境界に限定されず、照射領域のしみ出しを考慮し、照射量の差によるストレスが、実質的に生じる、または生じない領域の境界を含む。

## 【 0 0 6 3 】

また、支持部または梁開口部がテーパー形状に形成されている場合（図示しない）は、不連続な領域が、テーパー形状の支持部または梁構造部上になるよう調整してもかまわない。支持基板開口部内に形成される梁構造部は、2 つまたは 4 つに限定されず、 $n$ （1 または複数）の梁構造部を形成することができる。また、粒子ビームの照射領域の内側に形成される梁構造部は、0 または 1 つに限定さ

れず、所望の数だけ形成することができる。

【 0 0 6 4 】

また、粒子ビームの照射領域の調整では、粒子源から放射される粒子ビームのほぼ全てがステンシルマスクの照射領域内に照射されるよう、調整することが最も好ましい。さらに、単位時間に単位面積に照射される粒子量が最大となるように調整することによって、被処理基板の処理時間を短くすることができる。また、粒子ビームが照射されているステンシルマスクの薄膜部における粒子ビームの照射量は、ほぼ均一である。また、粒子ビームの照射量が、ステンシルマスクの薄膜部の所定の深さにおいて、薄膜部の表面方向に対しても均一になるように、粒子ビームが照射されている。

【 0 0 6 5 】

前記した第3の実施の形態に記載したように、ステンシルマスクの上方に、1枚または複数枚のアパーチャーを設置してもよい。マスク測定装置によって測定された情報、すなわちステンシルマスクの薄膜部が形成されている領域、または、厚膜である支持部や梁構造部が形成されている領域に関する情報を、演算器を通じてアパーチャーにフィードバックし、ステンシルマスクの形状に応じて、ステンシルマスクに照射される照射領域の調整を行うことも可能である。このように、アパーチャーを設置することによって、粒子ビームの照射領域を可変にし、半導体製造装置の仕様や設定にかかわらず、粒子ビームの照射領域を容易に制限することができる。また、演算器を通じて、アパーチャーに情報をフィードバックする例を記載したが、これに限定されず、アパーチャー、粒子源及びスキナーの少なくともいずれか一つに、演算器を通じて情報をフィードバックして、ステンシルマスクに照射される照射領域の調整を行うことも可能である。

【 0 0 6 6 】

マスク測定装置は、レーザー変位計を有する装置に限定されず、画像認識によって、ステンシルマスクの薄膜部が形成されている領域、または、厚膜である支持部や梁構造部が形成されている領域を調べる方法であってもかまわない。また、ステンシルマスクの薄膜部、支持部及び梁構造部などに、ステンシルマスクの形状・種別に対応したナンバリングやネーミングを施し、画像認識等の手段によ

って、ステンシルマスクの形状・種別を認識し、ステンシルマスクに照射される照射領域の調整を行うことも可能である。また、ステンシルマスクの薄膜部、支持部及び梁構造部などに、ステンシルマスクの薄膜部が形成されている領域、または、厚膜部である支持部や梁構造部の形成されている領域の大きさに関する情報を書き込み、画像認識等の手段によって、ステンシルマスクの薄膜部等が形成されている領域の大きさに関する情報を調べ、ステンシルマスクに照射される照射領域の調整を行うことも可能である。

## 【 0 0 6 7 】

本実施の形態は、前記した第 1 乃至第 3 の実施の形態に記載したステンシルマスクに適用することが可能である。

## (第 5 の実施の形態)

図 1 4 に本発明の第 5 の実施の形態に係る半導体製造装置を示す。半導体装置の製造工程において、所定のパターンを有するステンシルマスクを、被処理基板上に一定の距離を置いて設置し、ステンシルマスクのパターン開口部を通して、被処理基板に粒子ビーム（電子やイオンなどの荷電粒子ビーム、原子や分子、中性子などの中性粒子ビーム、光や X 線などの電磁波ビーム）を照射する。ここでは、粒子としてイオンなどの荷電粒子を用いた場合を例に説明するが、特にこれに限定されるものではない。

## 【 0 0 6 8 】

図 1 4 ( a ) に示すように、半導体製造工程におけるイオン注入工程にステンシルマスク 1 0 を用いる場合、被処理基板（図示しない）の所定のイオン注入領域上に開口部を有するステンシルマスク 1 0 を用いて行われる。すなわち、イオン注入領域には、ステンシルマスクのパターン開口部を通してイオンが注入され、非注入領域では、ステンシルマスクの遮蔽部（非開口部）によって、イオンが遮蔽される。

## 【 0 0 6 9 】

ステンシルマスク 1 0 は、シリコン薄膜 1 1 からなる薄膜部 1 2 と、シリコン酸化膜 1 3 及びシリコン支持基板 1 4 からなる支持部 1 5 によって構成されている。支持部 1 5 には、支持基板開口部 1 6 が形成されている。シリコン薄膜 1 1

に形成されたステンシルマスクのパターン開口部 17 は、イオンなどの粒子ビームの照射領域  $L_{71}$  内に形成されており、粒子ビームが照射される領域と非照射領域の境界領域である、照射領域の端部は、薄膜部 12 上に形成されている。支持部 15 下に形成されたシリコン薄膜 11 には、ステンシルマスク 10 を製造する際に用いる位置合わせマーク 19 が形成されている。

## 【0070】

続いて、図 14 (b) に示すように、ステンシルマスク 10 の薄膜部 12 において、粒子ビームが照射される領域と非照射領域の境界領域に大きなストレスがかかることを抑止するために、ステンシルマスク 10 を用いた半導体製造工程の間に、粒子ビームの非照射領域に粒子ビームを照射（粒子ビームの照射領域  $L_{72}$ ）し、ダメージが蓄積する領域と蓄積しない領域の不連続な領域が生じないように、粒子ビームの照射量の差を緩和する工程を追加して行っている。ここで、粒子ビームが照射される領域と非照射領域の境界領域である、照射領域の端部とは、照射量がゼロ、またはゼロではない領域の境界に限定されず、照射領域のしみ出しを考慮し、照射量の差によるストレスが、実質的に生じる、または生じない領域の境界を含む。

## 【0071】

粒子ビームの照射量の差を緩和する工程は、ステンシルマスクを用いた半導体製造工程の間に、複数回行ってもよい。また、あるロットの半導体製造工程を終了した後、次のロットの半導体製造工程を実施する前に行ってもよい。

## 【0072】

この粒子ビームの照射量の差を緩和する工程は、粒子ビームの非照射領域に粒子ビームの照射を行うことに限定されない。特に、粒子がイオンの場合には、アニール処理などの熱処理を行うことによって、ステンシルマスク中に溜まった粒子を拡散させ、粒子ビームの照射量の差を緩和してもよい。また、薬液処理を行うことによって、粒子ビームの照射量の差を緩和してもよい。

## 【0073】

以上、第 1 乃至第 5 の実施の形態では、粒子として荷電粒子を用い、イオン注入工程でステンシルマスクを用いる例について記載したが、粒子として、電子を

用い、レジストパターン形成工程でステンシルマスクを用いてもかわまない。レジストパターン形成工程では、電子ビームの照射領域を調整しながら電子ビームの照射を行い、工程の最終状態において、ステンシルマスクの薄膜部に電子ビームの照射領域の端部が存在しないように電子ビームの照射領域を調整する。あるいは、ステンシルマスクの薄膜部に電子ビームの照射領域の端部が存在するときには、ダメージが蓄積する領域と蓄積しない領域の不連続な領域がステンシルマスクの薄膜部に生じないように、照射量の差を緩和する工程を追加して行う。

## 【 0 0 7 4 】

## 【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、半導体製造工程において用いるステンシルマスクの変形、破損などの劣化を抑止することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態に係る半導体製造装置を示す要部断面図である。

【図 2】 本発明の第 1 の実施の形態に係る半導体製造装置を示す平面図である。

【図 3】 本発明の第 1 の実施の形態に係る半導体製造装置の製造方法の一工程を示す要部断面図である。

【図 4】 本発明の第 1 の実施の形態に係る他の半導体製造装置を示す要部断面図である。

【図 5】 本発明の第 2 の実施の形態に係る半導体製造装置を示す要部断面図である。

【図 6】 本発明の第 2 の実施の形態に係る半導体製造装置を示す平面図である。

【図 7】 本発明の第 2 の実施の形態に係る他の半導体製造装置を示す要部断面図である。

【図 8】 本発明の第 2 の実施の形態に係る他の半導体製造装置を示す要部断面図である。

【図 9】 本発明の第 2 の実施の形態に係る他の半導体製造装置を示す要部断面

図である。

【図 1 0】 本発明の第 3 の実施の形態に係る半導体製造装置を示す要部断面図である。

【図 1 1】 本発明の第 3 の実施の形態に係る他の半導体製造装置を示す要部断面図である。

【図 1 2】 本発明の第 3 の実施の形態に係る他の半導体製造装置を示す要部断面図である。

【図 1 3】 本発明の第 4 の実施の形態に係る半導体製造装置を示す概略図である。

【図 1 4】 本発明の第 5 の実施の形態に係る半導体製造装置を示す要部断面図である。

【図 1 5】 従来技術の半導体製造装置を示す要部断面図である。

【図 1 6】 従来技術の半導体製造装置を示す平面図である。

【図 1 7】 従来技術の半導体製造装置を示す概略図である。

【図 1 8】 従来技術の半導体製造装置の問題点を示す要部断面図である。

【符号の説明】

1 0, 4 0, 6 0, 8 0, 9 0, 1 0 0, 1 1 0, 1 2 0, 1 3 0 ステンシルマスク

1 1, 2 3, 4 1, 6 1, 8 1, 9 1, 1 0 1, 1 2 2 シリコン薄膜

1 2, 4 2, 6 2, 8 2, 9 2, 1 0 2, 1 2 3 薄膜部

1 3, 2 2, 4 3, 6 3, 8 3, 9 3, 1 0 3, 1 2 4 シリコン酸化膜

1 4, 2 1, 4 4, 6 4, 8 4, 9 4, 1 0 4, 1 2 5 シリコン支持基板

1 5, 4 5, 6 5, 8 5, 9 5, 1 0 5, 1 2 6 支持部

1 6, 2 9, 4 6, 6 6, 8 6, 9 6, 1 0 6 支持基板開口部

1 7, 2 6, 4 7, 6 7, 8 7, 9 7, 1 0 7, 1 2 1 パターン開口部

1 8, 4 8, 6 8, 8 8, 9 8, 1 0 8, 1 4 2 不連続な領域

1 9, 2 7, 4 9, 6 9, 8 9, 9 9, 1 0 9 位置合わせマーク

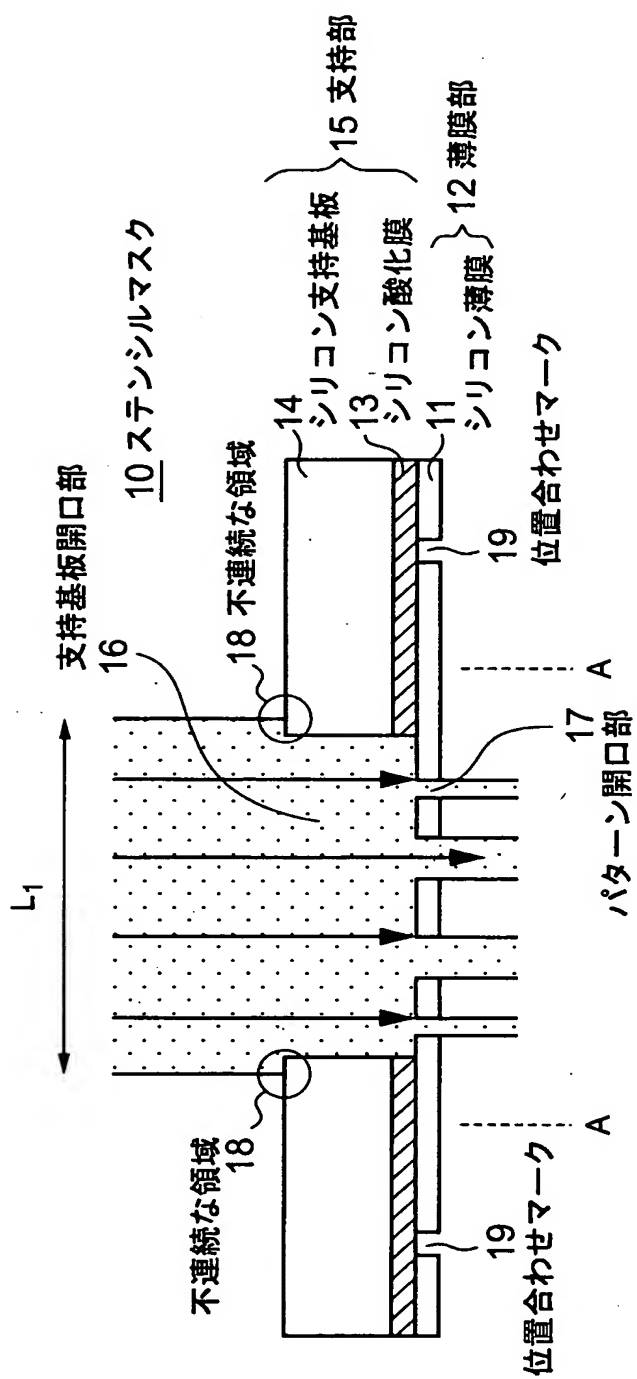
2 4, 2 8 レジストパターン

4 5 a, 6 5 a, 8 5 a, 9 5 a, 1 0 5 a 第 1 の梁構造部  
4 5 b, 6 5 b, 8 5 b, 9 5 b, 1 0 5 b 第 2 の梁構造部  
4 6 a, 6 6 a, 8 6 a, 9 6 a, 1 0 6 a 梁開口部  
5 0 アパーチャー  
6 5 c, 9 5 c 第 3 の梁構造部  
6 5 d, 9 5 d 第 4 の梁構造部  
1 1 1, 1 3 1 粒子源  
1 1 2, 1 3 2 スキャナー  
1 1 3 マスク測定装置  
1 1 4 演算器  
1 1 5, 1 3 3 コリメータ  
1 1 6, 1 3 4 被処理基板  
1 4 1 ダメージ

【書類名】

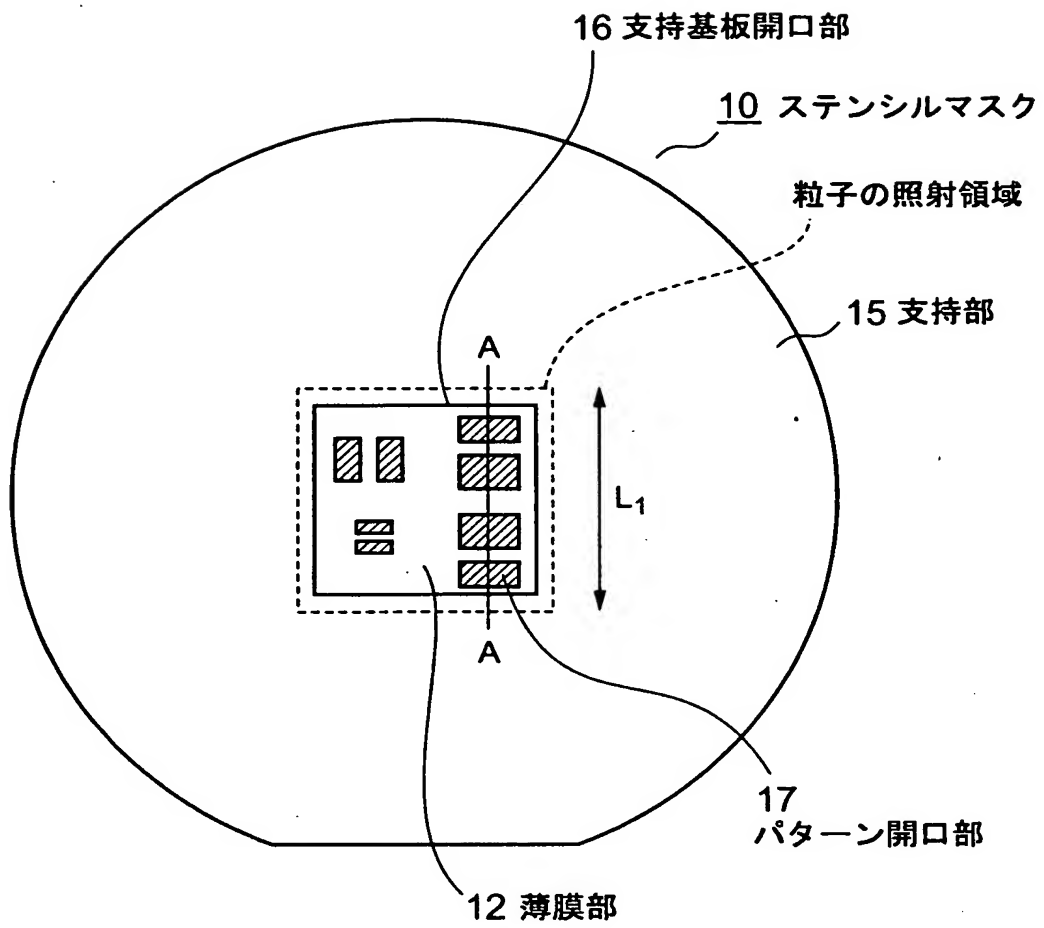
凶面

【圖 1】

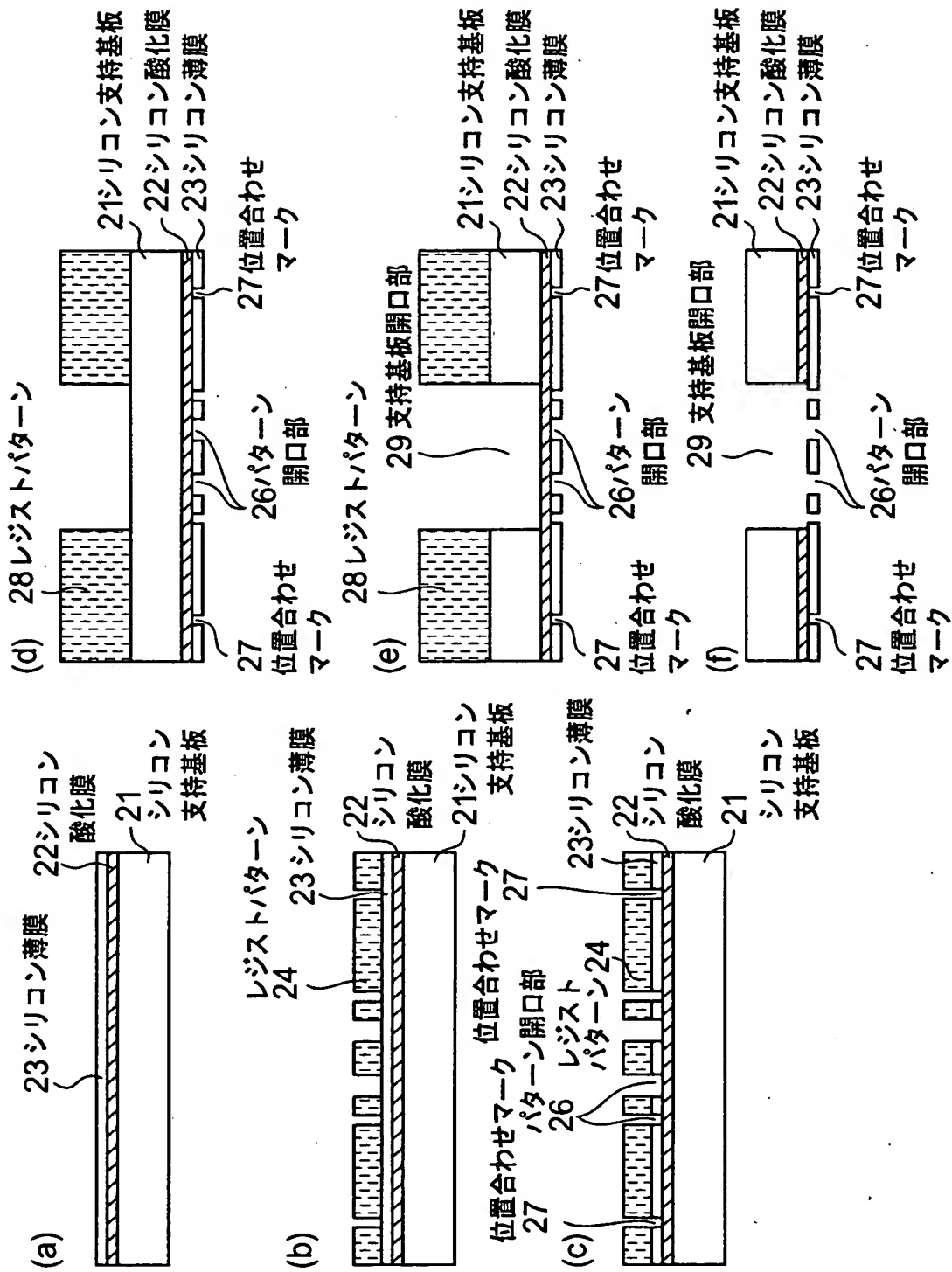




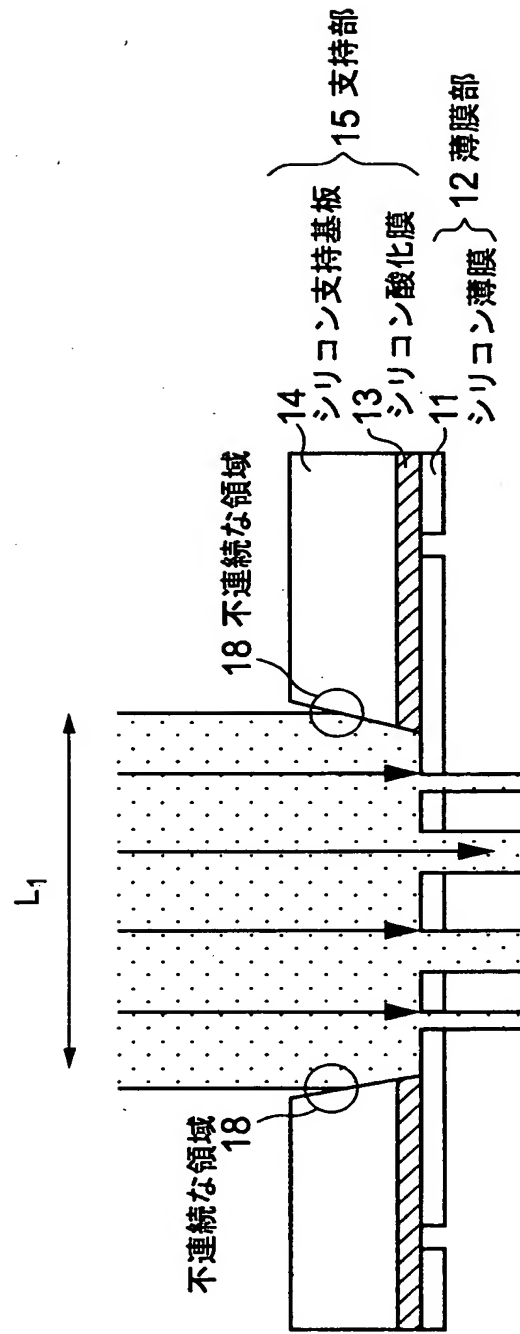
【図2】



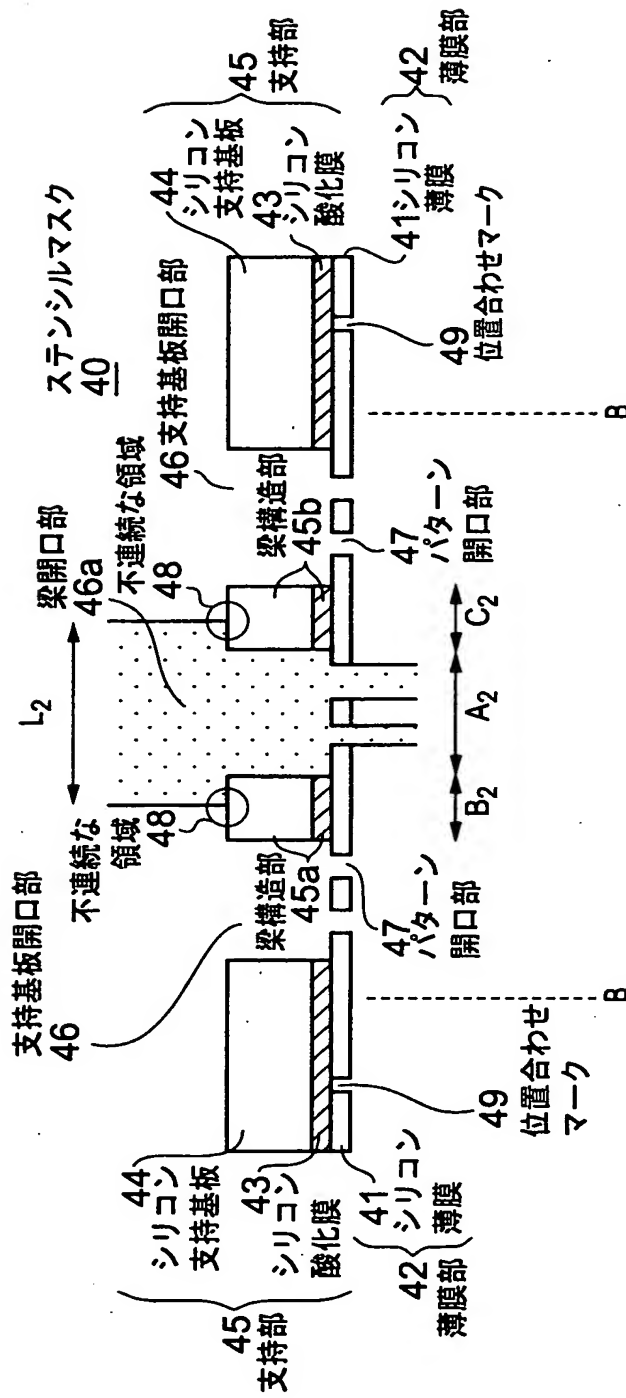
【図3】



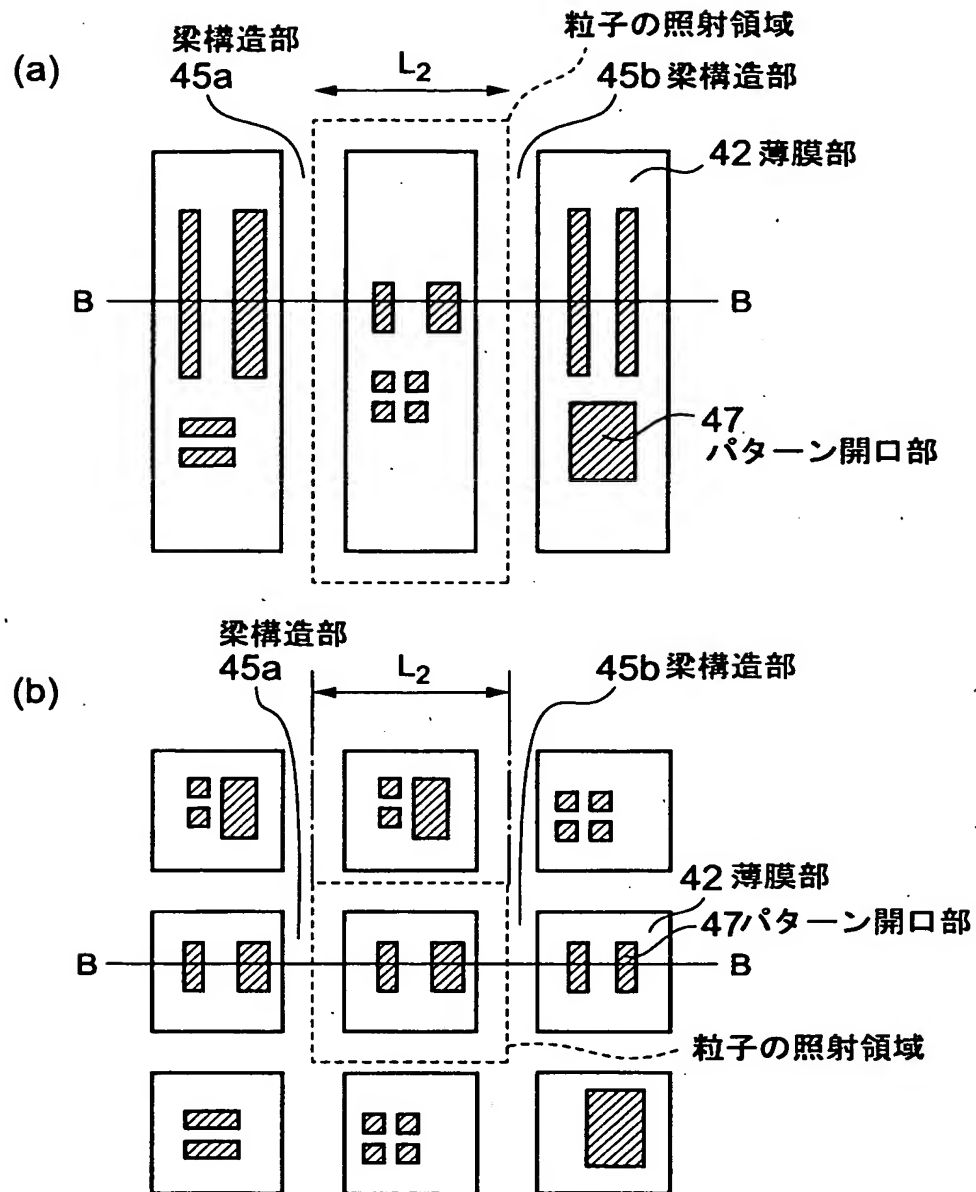
【図4】



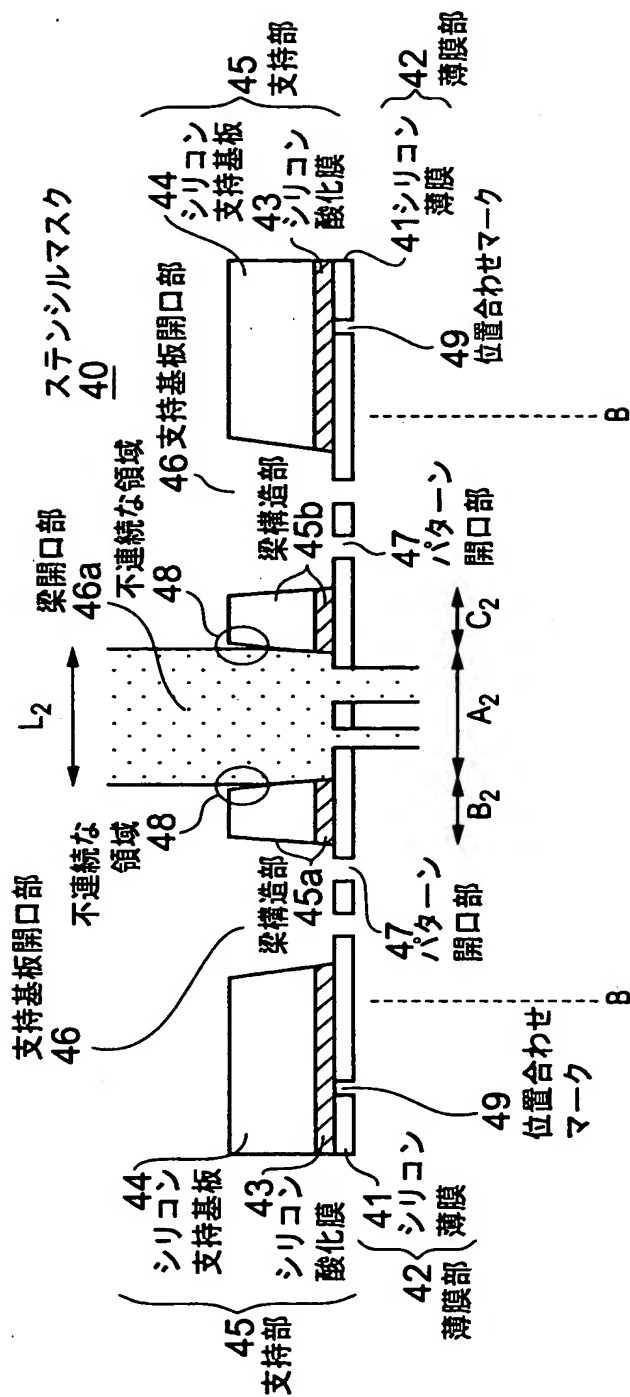
【図 5】



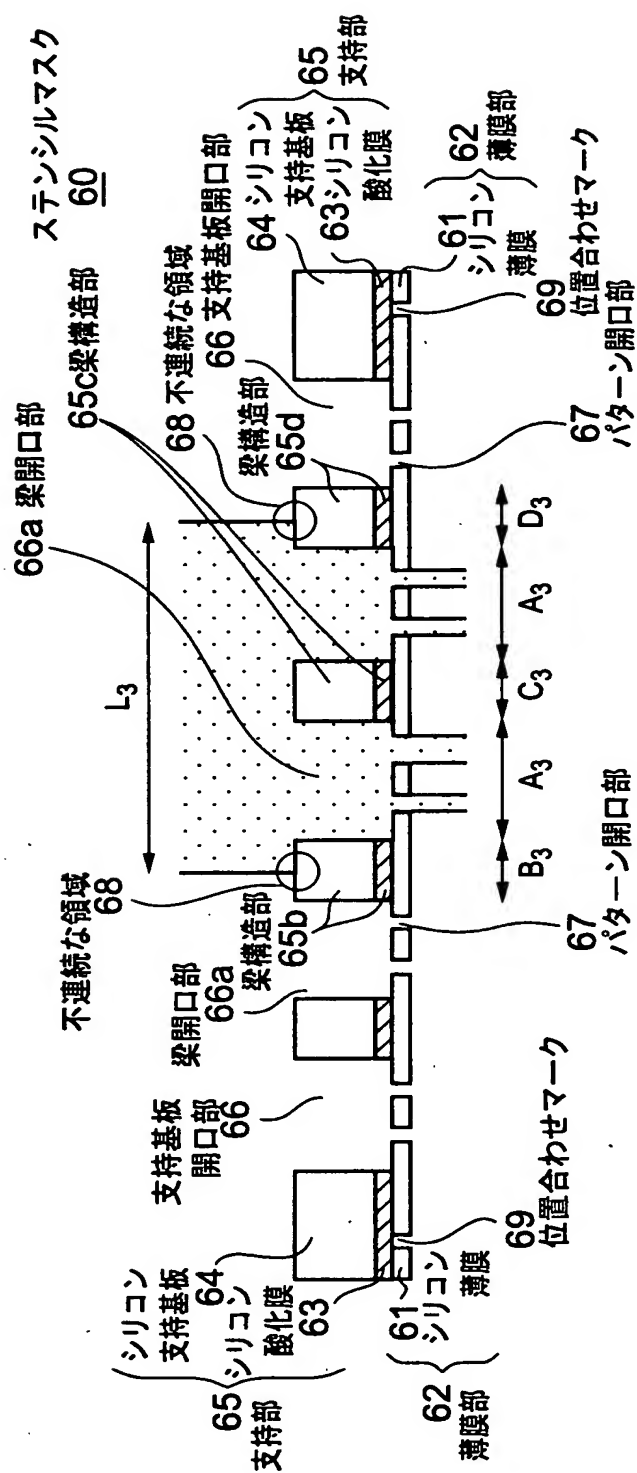
【図6】



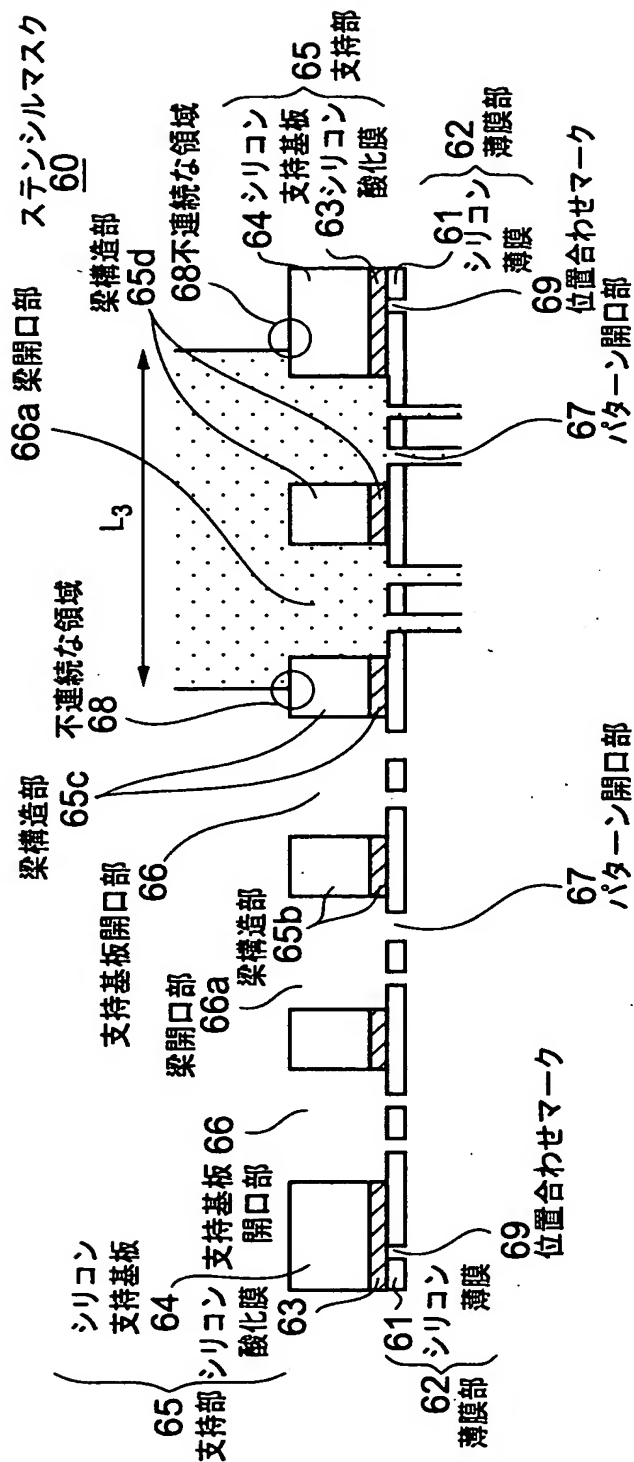
【図 7】



【图 8】

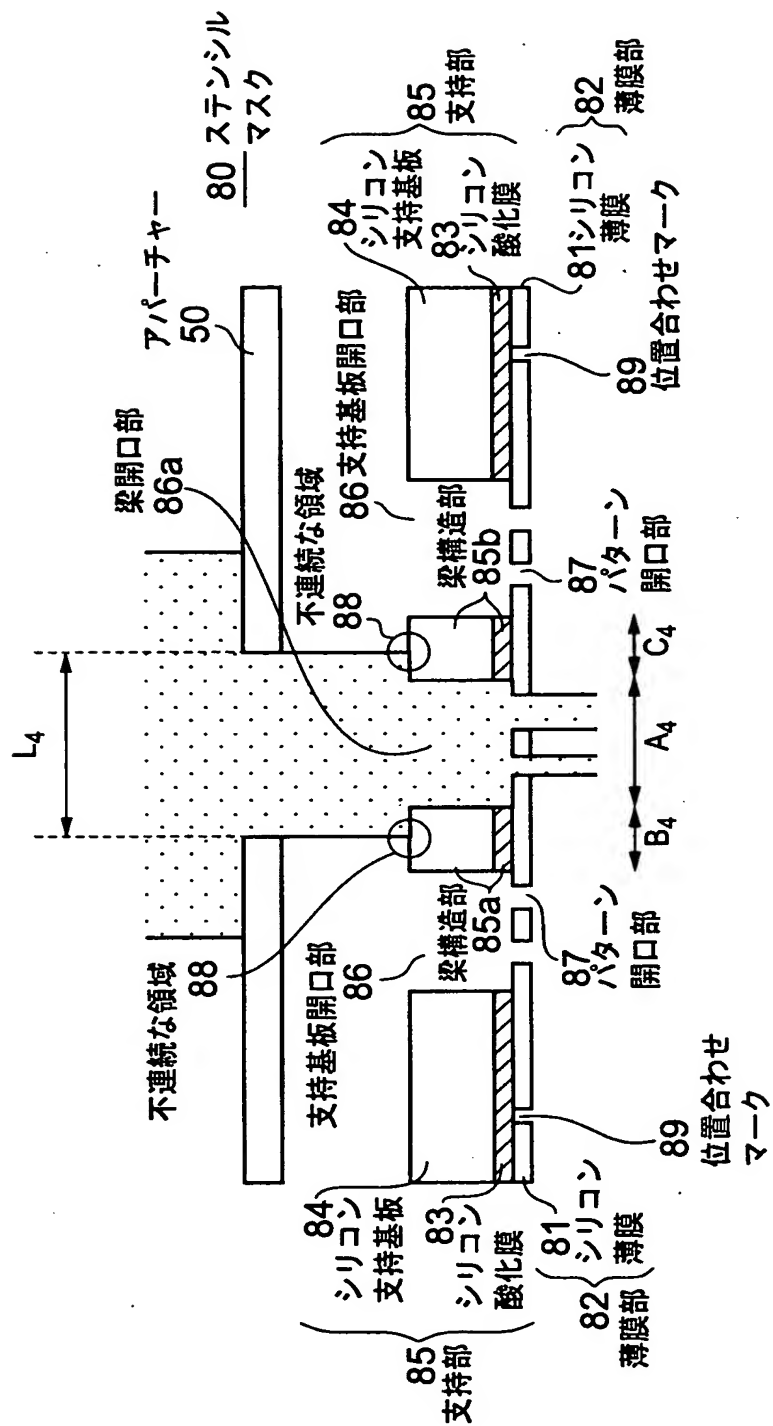


【図9】

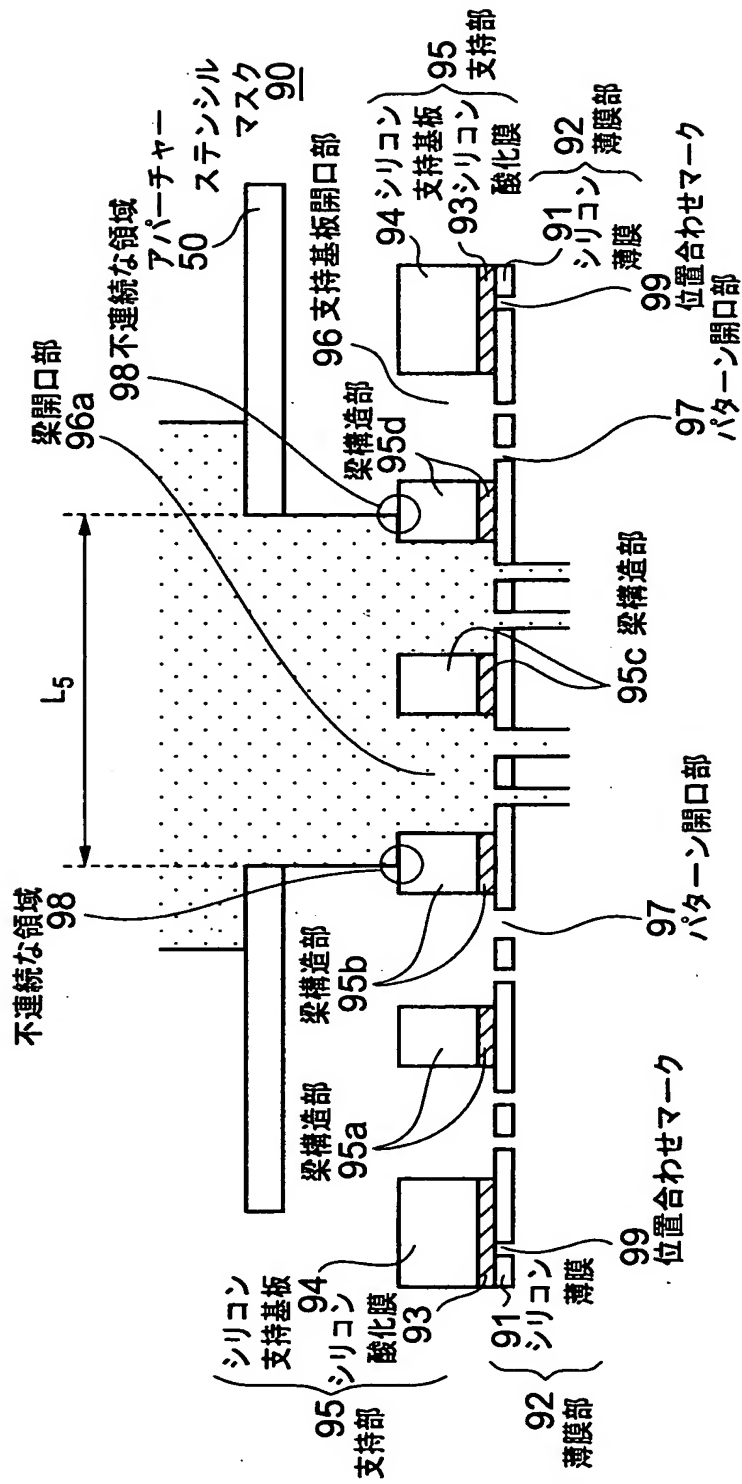




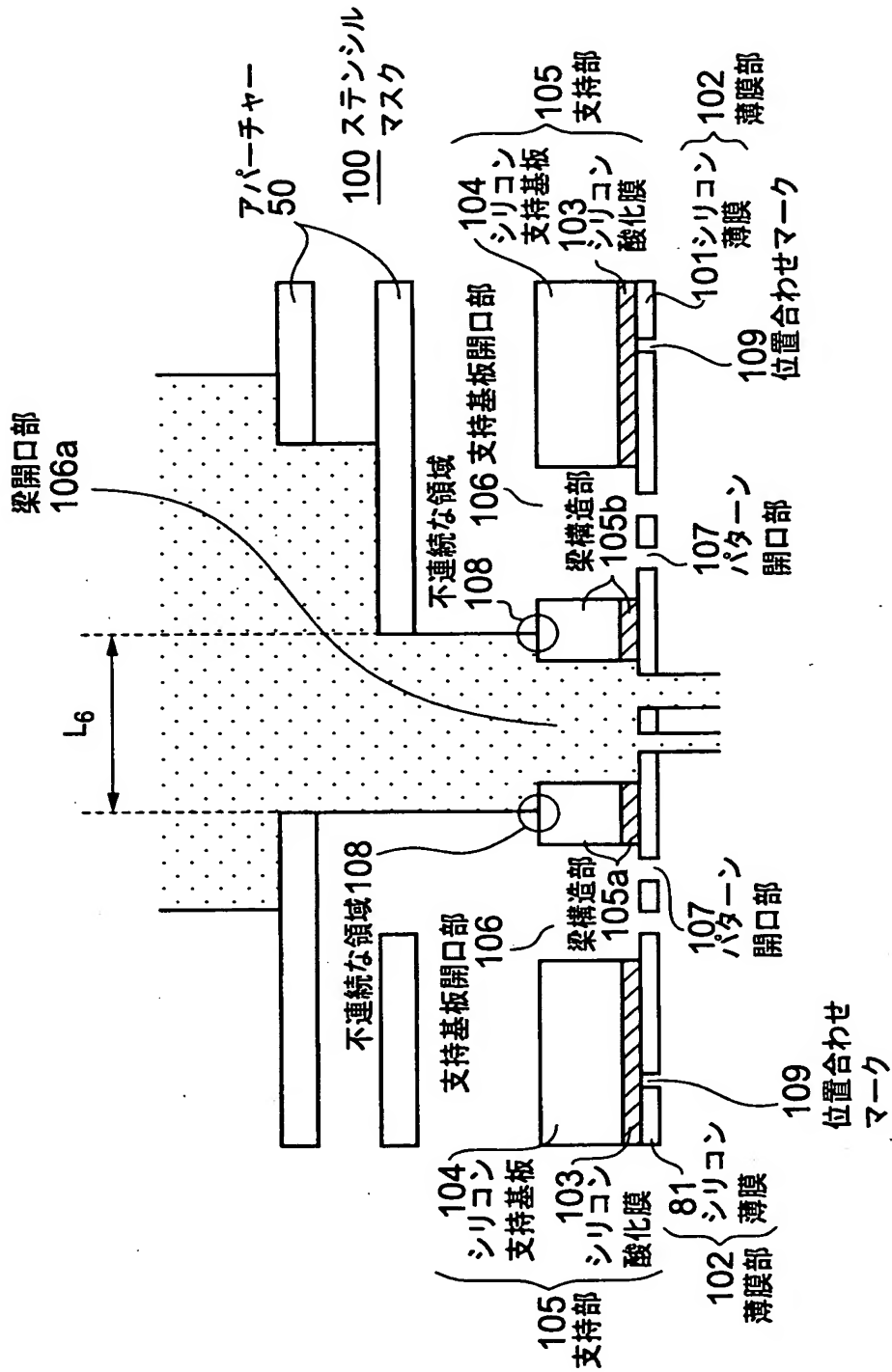
【図 10】



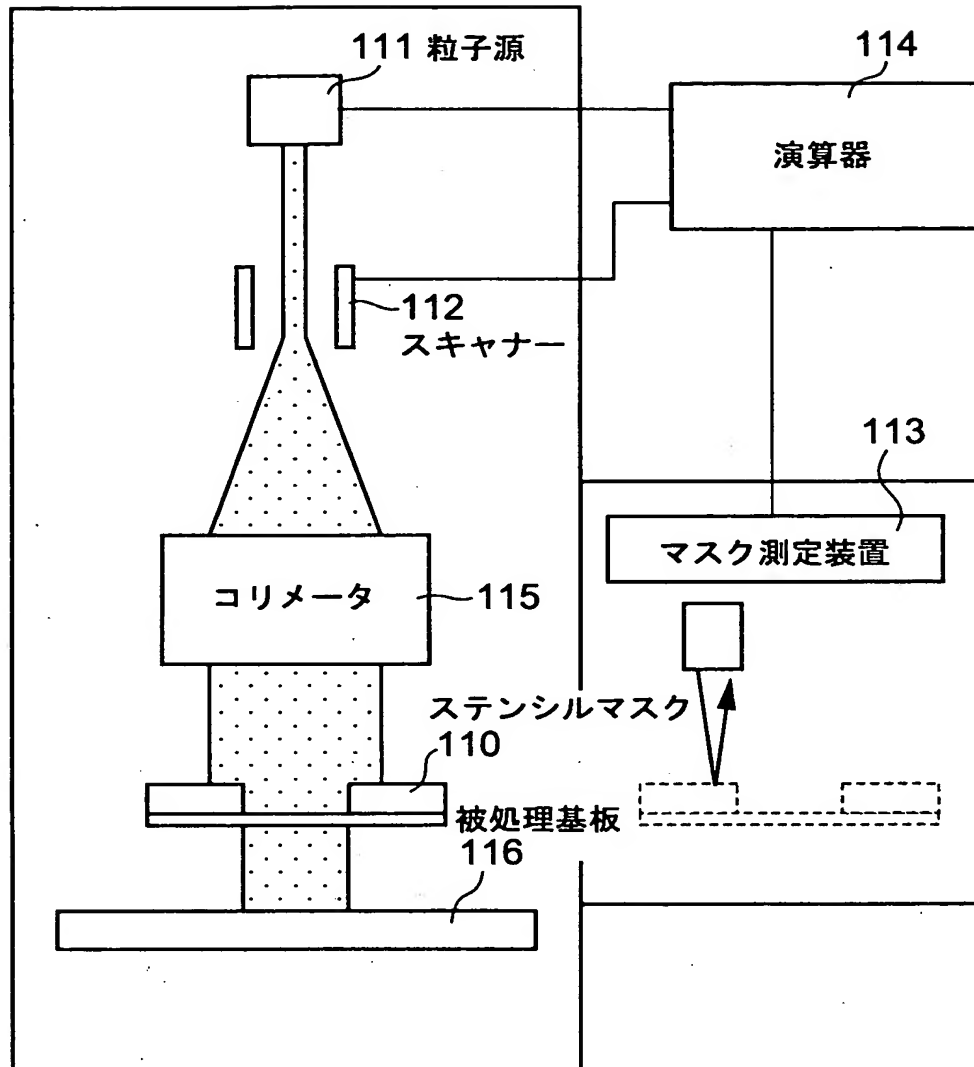
【図 1 1】



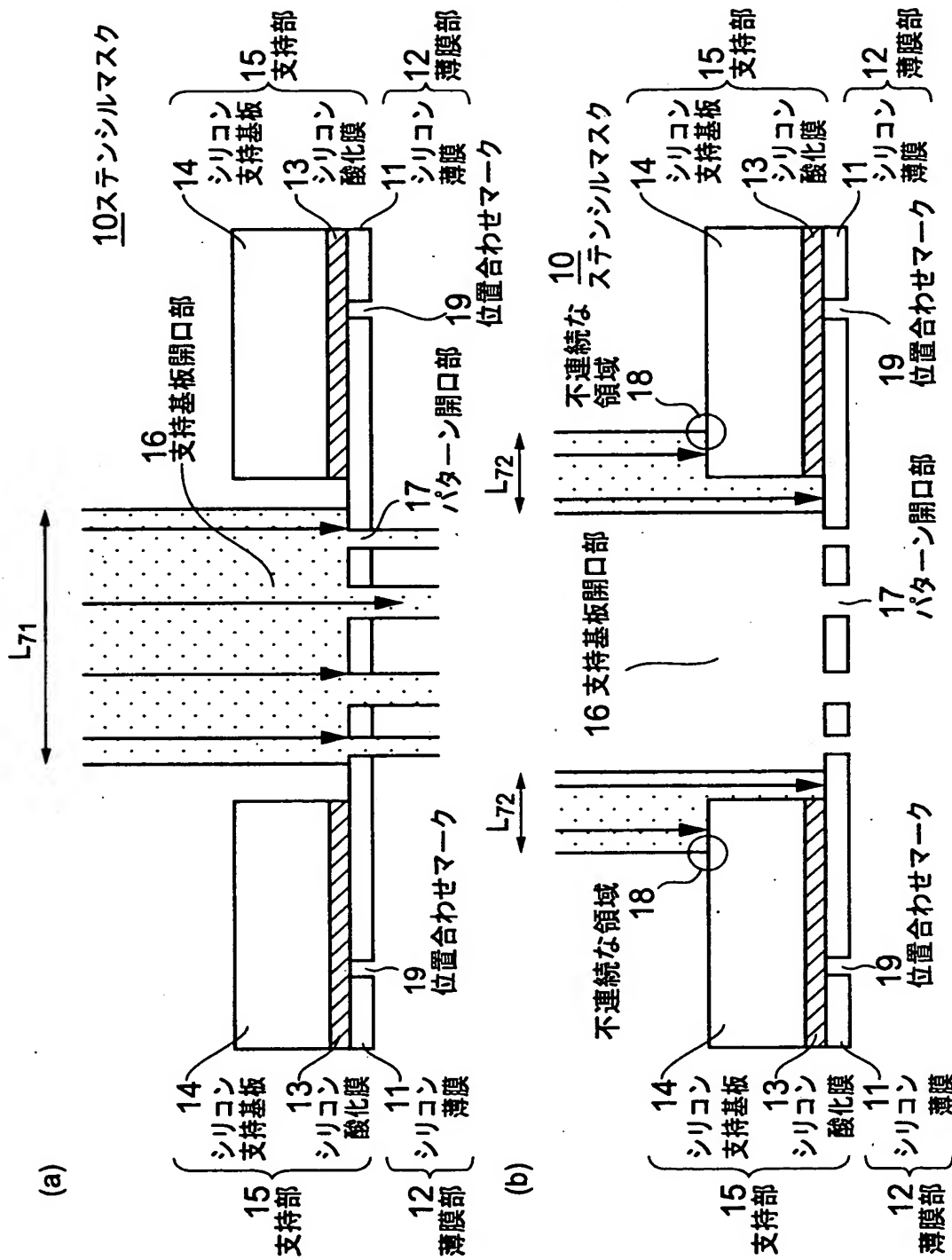
【図 1 2】



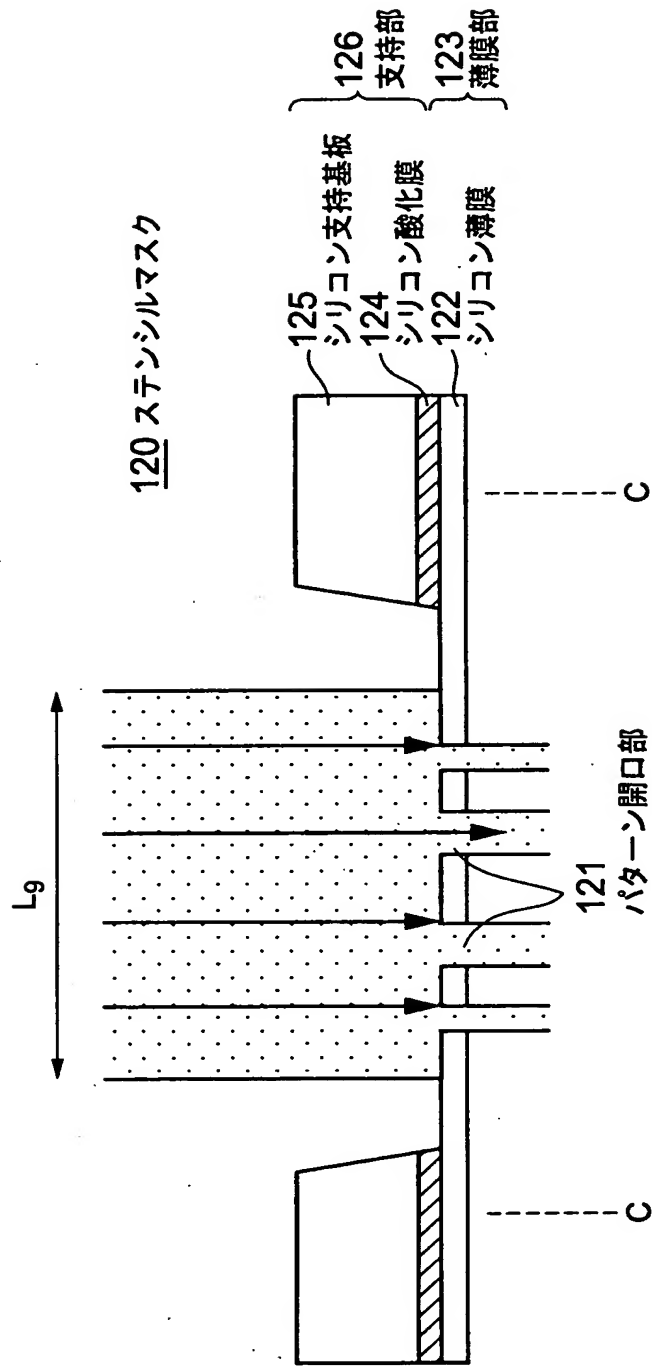
【図 13】



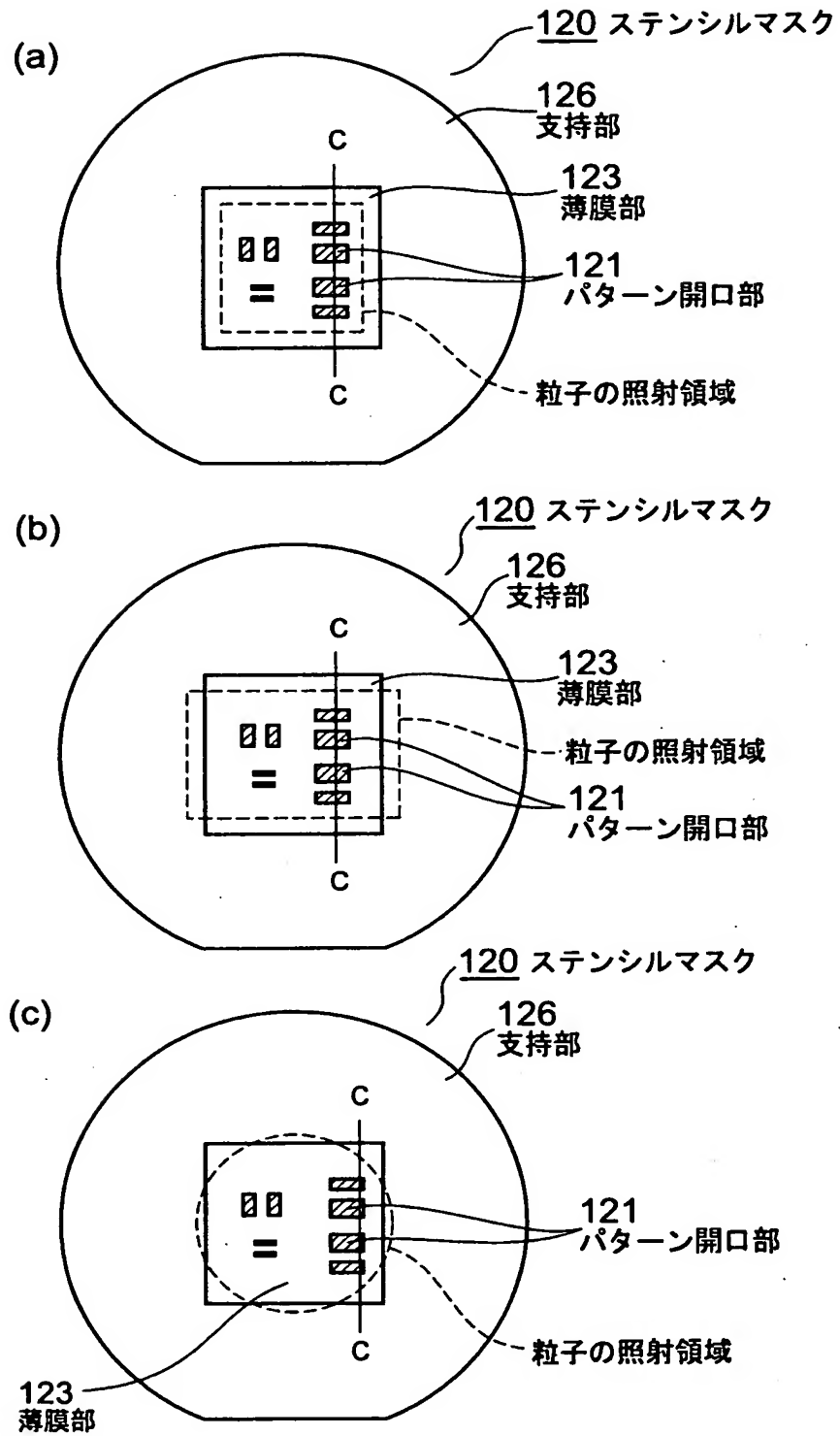
【図14】



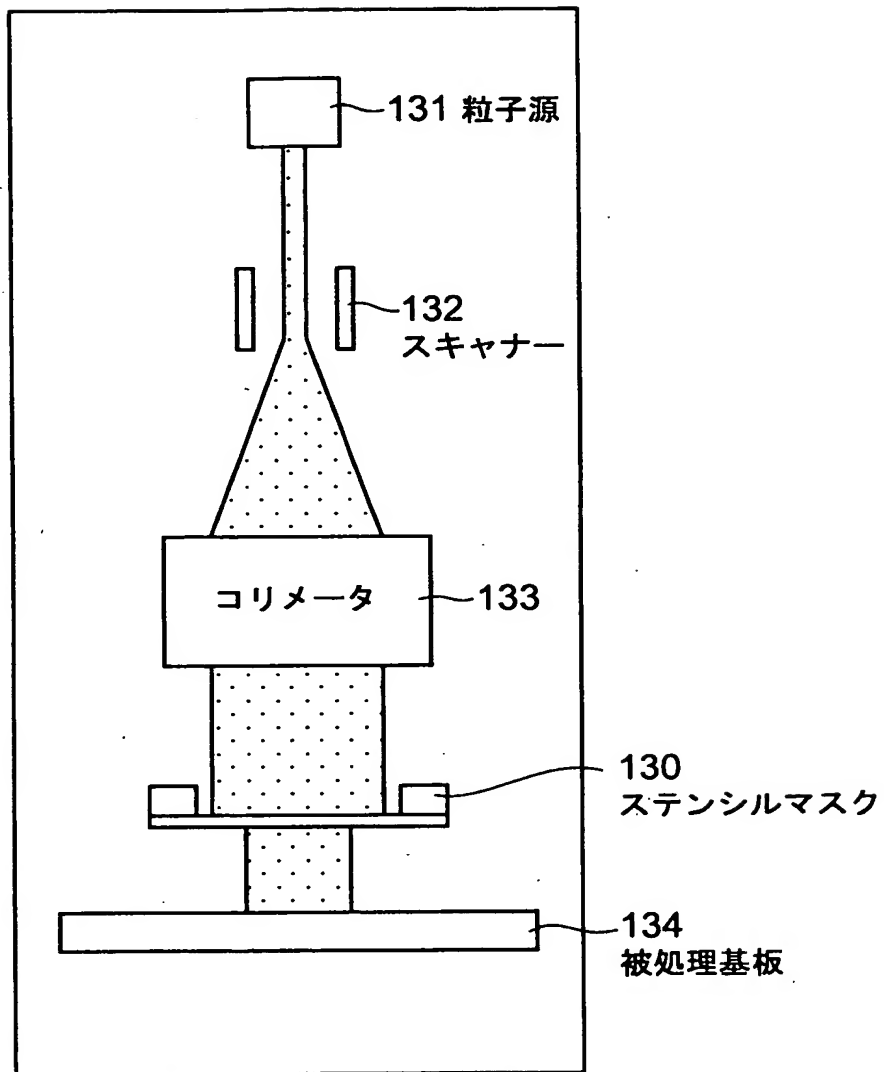
【図 15】



【図 16】

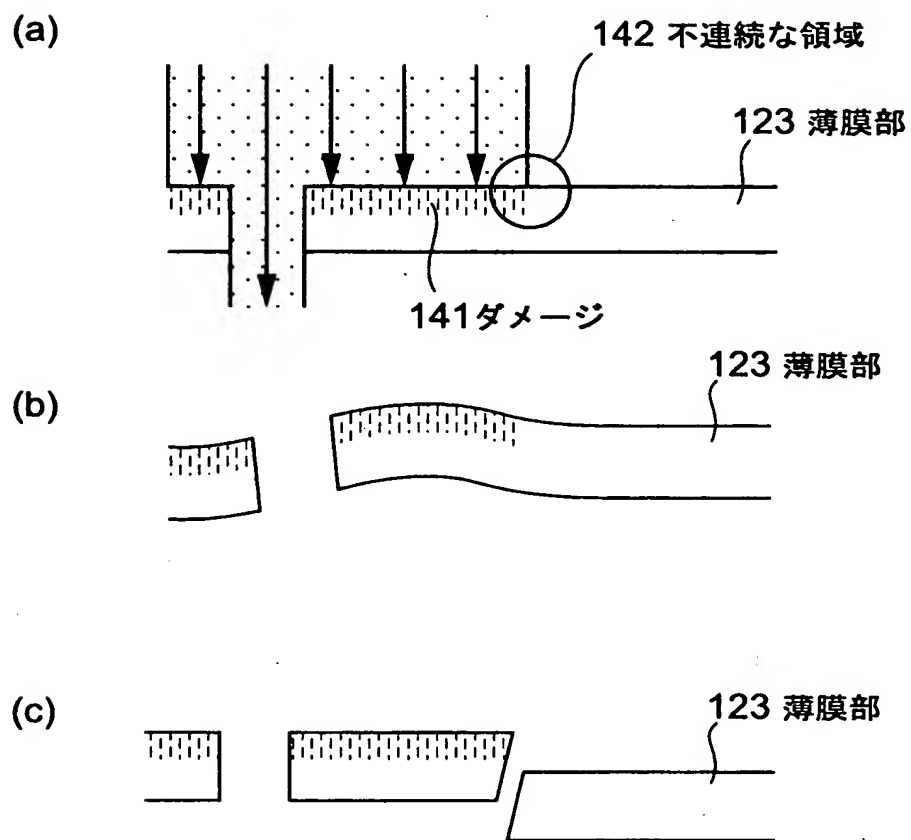


【図 17】





【図 1 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体製造工程において用いるステンシルマスクの変形、破損などの劣化を抑止することが可能となる半導体製造装置を提供する。

【解決手段】 薄膜部 1 2 及び前記薄膜部 1 2 を支持する支持部 1 5 を有するステンシルマスク 1 0 に粒子ビーム 1 6 を照射し、前記ステンシルマスク 1 0 の前記薄膜部 1 2 に形成された開口部 1 7 を介して、被処理基板に前記粒子ビーム 1 6 を照射する半導体製造装置において、前記ステンシルマスク 1 0 に照射される、前記粒子ビーム 1 6 の照射領域の端部が、前記ステンシルマスク 1 0 の前記薄膜部 1 2 上に存在しないよう、粒子ビームの照射領域を調整し、前記粒子ビーム 1 6 を照射することを特徴とする半導体装置の製造方法である。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 7 5 9 7 8
受付番号	5 0 2 0 1 9 6 9 6 9 2
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 5 年 1 月 6 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年12月26日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
氏 名 株式会社東芝
2. 変更年月日 2003年 5月 9日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
氏 名 株式会社東芝